Band 46 / Heft 1 Mai 1960

COMMONWEALTH INST. OF ENTOMOLOGY LIBRARY
Eu. 270
SPECIAL REPRINT

# ZEITSCHRIFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

ZUGLEICH ORGAN DER DEUTSCHEN GESELLSCHAFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

BEGRÜNDET VON K. ESCHERICH

HERAUSGEGEBEN VON

W. ZWÖLFER

Dr. rer. nat., o. ö. Professor für angewandte Zoologie
an der Universität München

Mit 38 Abbildungen

VERLAG PAUL PAREY · HAMBURG UND BERLIN
POSTVERLAGSORT HAMBURG

# Inhalt

ORIGINALAUFSÄTZE

*Scolytidae* (Col.) an *Pinus*-Arten in Mittelamerika. Von F. SCHWERDTFEGER 1

Eine besondere Art von Hohlräumen in Nestern der *Atta sexdens rubropilosa* Forel. Von M. JACOBY † .. .. .. .. .. .. .. .. .. .. .. 34

Wechselwirkungen zwischen pflanzensaugenden Insekten und den von ihnen besogenen Pflanzengeweben, II. Teil. Von W. KLOFT .. .. .. .. .. 42

Zur Biologie, wirtschaftlichen Bedeutung und Bekämpfung der Fritfliege (*Oscinis frit* L.) an Gerste, II. Teil. Von M. HEMER .. .. .. .. .. .. 71

REFERATE .. .. .. .. .. .. .. .. .. .. .. .. .. .. .. 120

---

*Schriftleitung:* Alle Einsendungen sind mit dem ausdrücklichen Vermerk „Für Zeitschrift für angewandte Entomologie" ausschließlich an Prof. Dr. W. Zwölfer, München 13, Amalienstr. 52, Gartengeb., zu richten.

*Manuskripte:* Die Zeitschrift veröffentlicht Originalabhandlungen, kleine Mitteilungen und Buchbesprechungen. Die Beiträge sind so kurz und präzise wie möglich zu halten. Tabellen und Abbildungen wird gebeten, auf das Notwendigste zu beschränken. Jeder Abhandlung ist am Schluß eine kurze Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse in deutscher und, wenn möglich, englischer Sprache anzufügen. Die Titel zitierter Zeitschriften sind nach den internationalen Regeln zu kürzen. Für Manuskripte, die einen Umfang von 50 Seiten übersteigen, bittet der Herausgeber, vor Absendung mit ihm Fühlung aufzunehmen.
Es wird gebeten, die Manuskripte möglichst mit Schreibmaschine und nur einseitig zu schreiben und Sperrungen möglichst zu vermeiden. Photographische Abbildungsvorlagen müssen so beschaffen sein, daß sie eine kontrastreiche Wiedergabe ermöglichen. Alle dem Manuskript beiliegenden Unterlagen wie Photographien, Zeichnungen, Tabellen sollen auf der Rückseite mit dem Namen des Verfassers und dem Titel des Beitrages versehen sein. Bei Abbildungen, die bereits erfolgten Veröffentlichungen entnommen werden sollen, ist eine genaue Quellenangabe erforderlich.
Mit der Übergabe des Manuskriptes überträgt der Verfasser dem Verlag Paul Parey das Recht, die Herstellung von photomechanischen Vervielfältigungen in gewerblichen Unternehmen zum innerbetrieblichen Gebrauch nach Maßgabe des zwischen dem Börsenverein des Deutschen Buchhandels und dem Bundesverband der Deutschen Industrie abgeschlossenen Rahmenabkommens vom 14. 6. 1958 zu genehmigen.

*Honorierung:* Das Mitarbeiterhonorar beträgt DM 40,– je Druckbogen von 16 Seiten. Mehr als drei Druckbogen je Beitrag werden nicht honoriert. Der von Abbildungen und Tabellen eingenommene Raum sowie Doktor-Dissertationen sind honorarfrei.

*Sonderdrucke:* Die Verfasser von Originalarbeiten erhalten von ihrem Beitrag nach Druckbeendigung auf Wunsch unberechnet 30 Sonderdrucke, die Verfasser von Doktor-Arbeiten 50 Sonderdrucke. Mehrbedarf kann gegen Berechnung angefertigt werden, jedoch nur, wenn die Bestellung unmittelbar mit der Rücksendung der Fahnenkorrektur, spätestens der 1. Umbruchkorrektur, bei der Schriftleitung aufgegeben worden ist.

*Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des Nachdrucks und der photomechanischen Wiedergabe,* sind vorbehalten. Gewerblichen Unternehmen wird jedoch die Anfertigung einer photomechanischen Vervielfältigung von Beiträgen oder Beitragsteilen für den innerbetrieblichen Gebrauch durch Photokopie, Mikrokopie und dergleichen nach Maßgabe des zwischen dem Börsenverein des Deutschen Buchhandels und dem Bundesverband der Deutschen Industrie abgeschlossenen Rahmenabkommens vom 14. 6. 1958 gegen Bezahlung der dort vorgesehenen Gebühr bis zu drei Exemplaren gestattet. Die Vervielfältigungen haben einen Vermerk über die Quelle und den Vervielfältiger zu tragen, und die in dem Rahmenabkommen vorgesehene Gebühr ist an die Inkassostelle für Photokopiergebühren beim Börsenverein des Deutschen Buchhandels e. V., Frankfurt/Main, Gr. Hirschgraben 17/19, zu entrichten. Erfolgt die Entrichtung der Gebühren durch Wertmarken der Inkassostelle, so ist für jedes Photokopierblatt eine Marke im Betrag von DM 0,30 zu verwenden.

*Erscheinungsweise und Bezugspreis:* Die Zeitschrift erscheint in zwangloser Folge im Umfang von ungefähr 7 Druckbogen je Heft. Jährlich erscheinen etwa 6 bis 8 Hefte, von denen 4 jeweils einen Band bilden. Das Abonnement verpflichtet zur Abnahme eines ganzen Bandes und verlängert sich jeweils stillschweigend, wenn nicht unmittelbar nach Erhalt des letzten Heftes eines Bandes Abbestellung erfolgt. Die Hefte werden einzeln berechnet. Der Preis beträgt je Druckbogen etwa DM 4,–. Der Preis der Hefte außerhalb des Abonnements ist jeweils um 10 % teurer.
Die Zeitschrift kann bei jeder Buchhandlung oder beim Verlag Paul Parey, Hamburg 1, Spitalerstr. 12, bestellt werden.

---

© Paul Parey, Hamburg u. Berlin 1960 . Printed in Germany by Westholst. Verlagsdr. Boyens & Co., Heide/Holstein

*Z. ang. Ent. Bd. 46 (1960) H. 1, S. 1–120*

Abonnementspreis dieses Heftes DM 30,50 Einzelpreis DM 33,55

# *Scolytidae* (Col.) an *Pinus*-Arten in Mittelamerika

## V. Das Massenauftreten von *Dendroctonus adjunctus* Blandf. in Guatemala

*(8. Beitrag zur Forstentomologie Mittelamerikas)*

Von F. Schwerdtfeger, Göttingen

*Mit 15 Abbildungen*

Im 7. Beitrag (in Band 44 dieser Zeitschrift, Seite 42–63) sind Lebensweise, Vorkommen und wirtschaftliche Bedeutung der vier in Mittelamerika heimischen *Dendroctonus*-Arten näher beschrieben worden. Unter diesen vier Arten ragt *Dendroctonus adjunctus* Blandf. insofern hervor, als er der Urheber langfristiger und umfangreicher Schäden in den Kiefernwäldern Guatemalas ist; seine Massenvermehrungen haben zur Vernichtung großer Waldflächen geführt und stellen weiterhin eine ständige Gefahr für die guatemaltekischen Kieferngebiete dar. Es ist daher berechtigt, dieser Art einen gesonderten Beitrag zu widmen, der sich mit ihrem Massenauftreten befaßt.

Auf Grund seines knapp dreimonatigen, von Anfang März bis Ende Mai 1951 dauernden Aufenthalts in Guatemala hat bereits G. Becker (1952) über die Ausdehnung und den Ablauf der *Dendroctonus*-Kalamität in Guatemala berichtet. Seine Schilderung gibt einen ausgezeichneten und – im Hinblick auf die begrenzte Arbeitszeit – erstaunlich detaillierten Überblick über Phänomen und Problematik der *Dendroctonus*-Gradationen; wenn nachstehend mancherlei Ergänzungen, Abweichungen und Berichtigungen zu Beckers Publikation gebracht werden, so ist dies als selbstverständliche Folge der weiteren Beschäftigung mit dem Problem und nicht als Schmälerung einer hervorragenden Arbeitsleistung anzusehen.

### 1. Geschichte und Umfang des Massenauftretens

#### a. Geschichte der Schäden und ihrer Deutung

Zahllose abgestorbene, graue, ihrer Rinde und der feinen Äste völlig beraubte Stämme in der Sierra María Tecúm, die zu Boden gestürzten, schon halb vermoderten Baumleichen in den Altos Cuchumatanes (Abb. 1 u. 2) lassen erkennen, daß die umfangreichen, verschiedenen *Dendroctonus*-Arten oder auch anderen Ursachen zugeschriebenen Schäden in den Kiefernwäldern Guatemalas nicht erst jüngst entstanden sind, sondern eine längere Geschichte haben.

Holdridge-Lamb-Mason (1950) nennen in ihrer zusammenfassenden, gründlichen Darstellung der forstlichen Verhältnisse Guatemalas als Erreger des Kiefernsterbens die beiden Arten *Dendroctonus adjunctus* und *D. mexicanus;* ihre ersten Angriffe seien in Gebieten oberhalb von Tecpán bemerkt worden, nach einer Veröffentlichung um das Jahr 1930. Die Verfasser stützen sich dabei offenbar auf eine Aussage von J. R. Johnston (1939, 1942), welcher die gleichen Arten und den gleichen Ort nennt. Hinsichtlich der Zeit des ersten Auftretens der Kalamität sagt Johnston (1939), daß sie „desde hace algunos años" zu beobachten sei und daß Bates in seinen „Insectos

Nocivos" im Jahre 1930 auf sie hingewiesen habe. In dieser Veröffentlichung von M. BATES (1932) werden wiederum die beiden *Dendroctonus*-Arten und das Gebiet um Tecpán genannt, wo während der letzten Jahre („durante los últimos años") die Kalamität beobachtet wurde. BATES weist auf die Meinung Sachverständiger hin, die genannten Käfer seien sekundär und befielen nur Kiefern, die irgendwie geschwächt seien; die eigentliche Ursache des Kiefernsterbens sei noch nicht bekannt.

Eingehend befaßte sich mit der Kalamität J. A. ALVARADO (1939). Er machte im Auftrage des Director General de Agricultura im Jahre 1936 eine Studienfahrt durch die Befallsgebiete und nahm einige Untersuchungen über

*Abb. 1.* Durch *Dendroctonus* verwüsteter Wald in den Altos Cuchumatanes. 3300 m. 17. 5. 1951

die Ursachen der Plage vor. Als Haupterreger sieht er *Dendroctonus frontalis* an, neben dem er *D. mexicanus* nur beiläufig nennt; er glaubt aber, daß der Käfer mehr sekundär ist und daß verschiedene primäre Ursachen seinen Befall auslösen. Im einzelnen muß auf diese Dinge weiter unten zurückgekommen werden. Hinsichtlich der Geschichte der Plage erhielt ALVARADO einander widersprechende Auskünfte: teils wurde ihm (1936) gesagt, daß die Kalamität einige 10 Jahre bestehe, teils wurde versichert, der Käfer fresse seit mehr als 25 Jahren. ALVARADO nimmt auf Grund des Aussehens der seit langem abgestorbenen Bäume diese letzte Aussage als wahrscheinlich richtig an. In neuerer Zeit habe man der Kalamität mehr Aufmerksamkeit geschenkt, nicht weil sie stärker geworden sei, sondern weil die von Jahr zu Jahr sich anhäufenden toten Bäume den Blick zwangsläufig auf sich zögen. Schwer oder gar unmöglich sei es, zu sagen, woher der Käfer gekommen sei. Die Tatsache, daß durch ihn verursachte Schäden schon vor 1891 in Kanada, den Vereinigten Staaten und Mexiko beobachtet seien, lasse vermuten, daß er von Norden her eingedrungen sei, zumal die frühesten und schwersten Schäden in Guatemala nahe der mexikanischen Grenze angetroffen würden. Hin-

sichtlich dieser letzten Annahme ist zu sagen, daß die in Kanada und den Vereinigten Staaten aufgetretenen *Dendroctonus*-Schäden sicherlich, die in Mexiko beobachteten wahrscheinlich von anderen Arten als in Guatemala verursacht wurden; die Vermutung einer Einwanderung von Norden her beruht also auf falschen Voraussetzungen. Sicherlich sind die *Dendroctonus*-Arten, welche in Guatemala Schäden anrichten, in diesem Lande heimisch; eine Einwanderung in historischer Zeit ist durchaus unwahrscheinlich.

Einer Zusammenstellung von H. M. SIERRA in den Akten der Dirección General Forestal zu Guatemala entnehme ich folgende Vermerke: 1932 befaßte sich der „eminente entomologo cubano" R. ARANGO mit der Kalamität

*Abb. 2.* Durch *Dendroctonus* verwüsteter Wald in den Altos Cuchumatanes. 3300 m. 17. 5. 1951

in den Kiefernwäldern bei Totonicapán; er kam zu folgenden Ergebnissen: 1. Die Epidemie erstreckt sich nicht auf wirklich nutzbare Waldungen, sondern nur auf Gebiete, in denen wegen ungünstiger Bodenverhältnisse wertvolle Kiefernbestände nicht zu wachsen vermögen; 2. es besteht keine Gefahr, daß die Kalamität sich auf Kiefern ausbreitet, die auf geeigneten Böden stehen; 3. die Wurzeln der Kiefern im Kalamitätsgebiet leiden unter Angriffen von Engerlingen der Käfergattung *Lachnosterna*. Alle drei Angaben müssen als falsch angesehen werden: von Schäden werden gute, durchaus nutzbare, auf altem Waldboden stockende Bestände heimgesucht, und Engerlinge spielen bei ihrer Entstehung keine Rolle. 1931 äußert sich der Minister CRUZ, daß aus Geldmangel nichts zur Bekämpfung der Kalamität, welche die Kiefernwälder in den Altos vernichte, unternommen worden sei, daß die Eingeborenen sich widersetzten, Maßnahmen zur Erhaltung der gesunden Wäldern durchzuführen und daß es deshalb notwendig sein werde, bewaffnete Kräfte einzuschalten. 1929 leitete BATES Untersuchungen über das Kiefernsterben bei Totonicapán ein. 1928 machten BARDALES und der italienische Entomologe RICCIO Erkundungsfahrten in die befallenen Kie-

fernwälder und schickten gesammelte Insekten an das U.S. Department of Agriculture.

Zur selben Zeit, um die Jahreswende 1928/29, hielt sich der österreichische Botaniker F. MORTON in Guatemala auf. Er schreibt (1931): „Gerade jetzt wütet in *Pinus*-Beständen oberhalb Totonicapán ein grauenhaftes Baumsterben, an dem aber nicht nur Käfer, sondern auch rein physiologische Erkrankungen beteiligt sind. Ungeheure Waldpartien sind betroffen und bieten mit den grauen Baumleichen einen trostlosen Anblick." Liebenswürdigerweise überließ mir Herr Professor MORTON zwei Photographien, die er seinerzeit gemacht hat (Abb. 3 und 4); sie zeigen das gleiche Bild, welches wir heute antreffen: Bäume ohne Nadeln, ohne Zweige, ohne Borke, die sicherlich vor 10 oder mehr Jahren abgestorben sind. Die Photographien bestätigen also die Meinung ALVARADOS und weisen nach, daß die Kalamität schon vor 1920 bestanden hat.

*Abb. 3.* Durch *D. adjunctus* abgestorbene *Pinus rudis* bei Totonicapán. Aufgenommen 1929 von F. MORTON

F. J. HAMBLETON sagt sogar in einem 1944 erstatteten Memorandum, das Kiefernsterben in Guatemala habe vor rund 40 Jahren, also zu Beginn dieses Jahrhunderts begonnen. Worauf sich diese Aussage stützt, ist aus dem Schriftstück nicht zu erkennen. Im übrigen sieht HAMBLETON die primäre Ursache der Kalamität in starkem Auftreten von Schildläusen, *Coccidae*.

Aus dieser Übersicht der Veröffentlichungen und Berichte ergibt sich: Mehrfach sind, im wesentlichen wohl auf Veranlassung der Verwaltungsstellen, Ansätze zu einer eingehenderen Bearbeitung des Kiefernsterbens durch Fachleute gemacht worden; sie hatten keinerlei praktische Folgen. Die Ursachen der Kalamität wurden verschieden gedeutet, doch wurden seit der Veröffentlichung von BATES 1932 im wesentlichen *Dendroctonus*-Arten verantwortlich gemacht. Die Angaben über den Beginn der Kalamität gehen auseinander; die photographischen Aufnahmen von MORTON liefern den dokumentarischen Nachweis, daß er bestimmt vor 1920 liegt.

Auf Grund meiner Feststellungen bin ich der Ansicht, daß der Anfang des Kiefernsterbens noch viel früher zu suchen ist, daß es begann, als der

Mensch in die Kieferngebiete eindrang und sie auf seine Weise zu nutzen anfing, daß es seitdem in wechselnder Stärke, im wesentlichen begrenzt auf die gleichen Gebiete, anhält. Ein unmittelbarer Beweis für diese Behauptung kann nicht erbracht werden; ich glaube aber, mit meinen weiteren Ausführungen den Nachweis liefern zu können, daß sie zumindest eine große Wahrscheinlichkeit besitzt.

*Abb. 4.* Alte Befallsflächen von *D. adjunctus* in der Sierra María Tecúm. Aufgenommen 1929 von F. MORTON

BECKER vermutet, daß in dem heutigen Hauptbefallsgebiet der Sierra María Tecúm der Schädling am Ende des 19. Jahrhunderts kaum eine Bedeutung gehabt haben könne, da ihn sonst der damals so erfolgreiche Sammler CHAMPION in größerer Zahl hätte einbringen müssen; BLANDFORD bekam von ihm nur zwei Exemplare von *Dendroctonus adjunctus* aus Totonicapán. Die geringe Ausbeute ist sicherlich auffallend, braucht aber kein Beweis dafür zu sein, daß zu jener Zeit größere Fraßschäden nicht vorlagen; vielleicht sammelte CHAMPION gerade zu einer Jahreszeit, wo fast nur Larven und kaum Käfer zu finden waren, vielleicht waren andere, uns unbekannte Umstände für das dürftige Sammelergebnis verantwortlich. MORTON wurde z. B. (nach freundlicher brieflicher Mitteilung) durch eine gerade ausbrechende Revolution gezwungen, schon nach zwei Tagen das von ihm aufgesuchte Befallsgebiet wieder zu verlassen.

### b. Lage der Schadgebiete

Als Kalamitätsgebiete nannten MORTON (1931) die Waldungen oberhalb von Totonicapán, BATES (1932) die Umgebung von Tecpán. JOHNSTON (1939) erweiterte das Gebiet auf die gesamte Zone zwischen den beiden genannten Orten, welche im wesentlichen den Gebirgszug der Sierra María Tecúm umfaßt; als neu erkannte Befallsorte nannte JOHNSTON die Täler unterhalb von Totonicapán, des Samalá[1] und das Gebiet bei Sija. HOLDRIDGE-LAMB-MASON (1950) fügten die Altos Cuchumatanes hinzu, in denen sie nur erloschenen Altbefall sahen, und das Gebiet bei Agua Caliente, was ungefähr der Ortsangabe von Sija bei JOHNSTON entspricht.

Eingehend befaßte sich mit der räumlichen Ausdehnung der Epidemie ALVARADO, der 1936 die Befallsgebiete bereiste und sie 1939 in einer Kartenskizze darstellte. Die in dieser Skizze von ALVARADO festgelegte Befallszone

[1] JOHNSTON schreibt Salamá, was höchstwahrscheinlich ein Irrtum ist; denn Salamá im Depto. Baja Verapaz liegt weit außerhalb des Kalamitätsgebietes, und ich habe in der näheren und weiteren Umgebung dieses Ortes nirgends alten oder neuen Befall von *Dendroctonus* gesehen; gemeint ist sicherlich das Flußgebiet des Samalá bei Totonicapán.

ist in Abb. 5 gestrichelt eingezeichnet. Sie umfaßt die höheren Lagen der westlichen Departamentos Chimaltenango, Sololá, Quiché, Totonicapán, Quezaltenango, Huehuetenango und San Marcos. Die Umgrenzung des Befallsgebietes ist offenbar von ALVARADO etwas großzügig gehandhabt worden; namentlich die westlichen Teile der großen, zusammenhängenden Kalamitätszone und die im Osten vorgelagerten Inseln scheinen mir unsicher zu sein; ALVARADO hat sie auf seinem Reiseweg nicht berührt und vermutlich nur nach Hörensagen eingezeichnet. Immerhin gibt die Darstellung im großen und ganzen einen brauchbaren Überblick über die räumliche Ausdehnung der Kalamität, die zur Zeit meines Aufenthaltes in Guatemala ungefähr die gleiche war wie 16 Jahre zuvor.

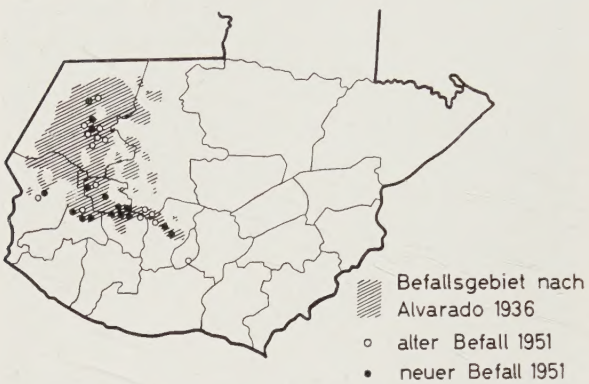



*Abb. 5.* Verbreitung der *Dendroctonus*-Schäden in Guatemala

Durch Kreise wurden die von G. BECKER und mir 1951/52 festgestellten Schadorte in die Abbildung 5 eingetragen. Offene Kreise bedeuten erloschenen Altbefall aus früherer Zeit, der an abgestorbenen Stämmen mit *Dendroctonus*-Fraßbildern zu identifizieren ist; gefüllte Kreise kennzeichnen Neubefall aus jüngerer Zeit mit wenigstens einigen, von lebender Brut besiedelten Stämmen; Neubefall war meist mit Altbefall verbunden. Als Hauptkalamitätsgebiete schälen sich heraus die beiden großen Gebirgszüge der Altos Cuchumatanes und der Sierra María Tecúm. Während die Altos Cuchumatanes 1951/52 vorwiegend Schäden aufwiesen, die Jahre zurücklagen, und nur geringen Frischbefall, waren in der Sierra María Tecúm allenthalben die braunen Flecke neuer Befallsorte zu sehen. Nur hier, in den beiden großen Gebirgszügen, liegen ausgedehnte, weitflächige Schadgebiete vor. An den übrigen Orten handelt es sich meist um kleine, eine geringe Zahl von Bäumen erfassende Befallshorste.

Außerhalb des von ALVARADO umgrenzten Kalamitätsgebietes liegen die von mir neu festgestellten Befallsflächen des Vulkans Agua (Abb. 6); es handelt sich hier ausschließlich um alten Schaden. Da bei der Besteigung des Vulkans Tajumulco ebenfalls sehr erhebliche *Dendroctonus*-Schäden beobachtet wurden, darf angenommen werden, daß auch die anderen Vulkane in den entsprechenden Höhen zum Befallsgebiet zu rechnen sind.

*Dendroctonus*-Schäden finden sich nur in bestimmten *Höhenlagen*, vorwiegend zwischen 2800 und 3400 m; sie gehen stellenweise hinunter bis 2400 m, nach BECKER bis 2000 m; auf dem Vulkan Agua beobachtete ich sie bis etwa 3700 m, auf dem Vulkan Tajumulco bis 3900 m.

### c. Bedeutung der *Dendroctonus*-Arten

An allen Orten mit kalamitätartigen Schäden fand BECKER ausnahmslos frischen oder alten Befall von *Dendroctonus adjunctus* Blandf. „Im Bereiche

von Gradationen im ganzen Raum zwischen Tepán und Quezaltenango, die eine größere Anzahl von Bäumen erfaßt hatten, war *D. adjunctus* nach den bisherigen Beobachtungen der einzige oder zumindest der zahlenmäßig überwiegende *Pinus*-Schädling. Die noch erhaltenen Fraßbilder an den schon seit längerer Zeit abgestorbenen Bäumen im Kordillerengebirge weisen darauf hin, daß hier auch früher *D. adjunctus* das Kiefernsterben verursacht hat" (1952, S. 199). Den beiden Arten *D. parallelocollis* Chap. und *D. valens* Lec. mißt BECKER für die Entstehung der kalamitätartigen Schäden keine Bedeutung zu, während er dies für *D. mexicanus* Hopk. offenläßt.

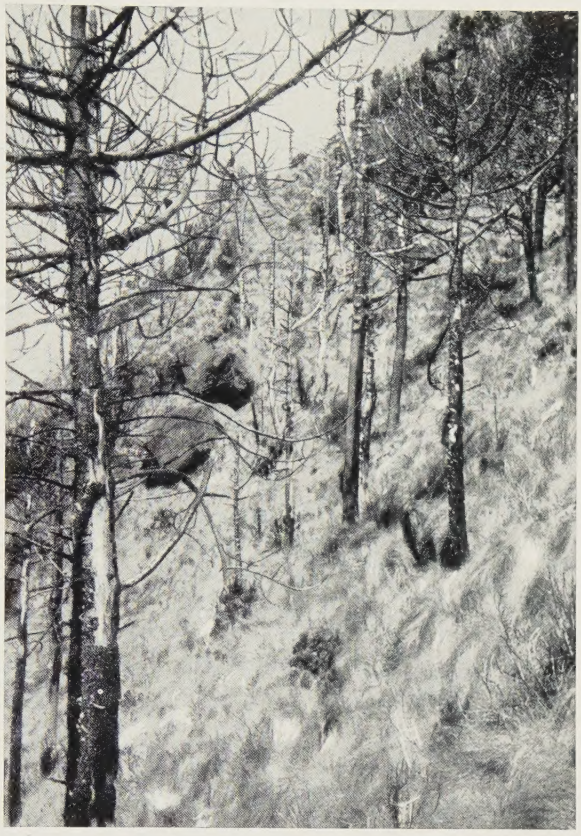


*Abb. 6.* Durch *Dendroctonus* abgetötete Kiefern am Volcán de Agua. 3450 m. 3. 8. 1952

Verfasser traf an allen Kalamitätsorten ausschließlich *Dendroctonus adjunctus* an. In dem umfangreichen, von mir in Guatemala gesammelten Material fand sich kein Exemplar von *D. mexicanus;* die Art wurde lediglich an vereinzelten Kiefernstämmen in Honduras festgestellt. Da ich für *D. parallelocollis* und *D. valens* das Urteil BECKERS bestätigen kann, muß als alleiniger Urheber der 1951/52 in den guatemaltekischen Kiefernwäldern zu beobachtenden umfangreichen Schäden *D. adjunctus* angesehen werden.

Dies ist insofern bemerkenswert, als in dem benachbarten Mexico ähnliche langandauernde Schäden offenbar ausschließlich von *D. mexicanus* verursacht werden (PERRY). Hier ist *D. adjunctus* bedeutungslos, sofern er überhaupt vorkommt. Es wäre zweifellos eine reizvolle Aufgabe, den Ursachen nachzugehen, weshalb diese beiden Arten in epidemiologisch anscheinend gleicher Weise auftreten, regional sich aber ziemlich scharf abgrenzen und geradezu einander vertreten, wobei die Entfernung der Kalamitätsgebiete in Luftlinie kaum mehr als 1000 km beträgt.

## 2. Folgen des Massenauftretens von *D. adjunctus*

### a. Die gefährdeten Kiefernarten

Einleitend zu seinem Bericht über die *Dendroctonus*-Schäden hat BECKER eine Übersicht über die in Guatemala vorkommenden *Pinus*-Arten gegeben, welche dem damaligen Kenntnisstande entsprach und inzwischen revisionsbedürftig geworden ist. Von den 8 genannten Kiefernarten sind 3 zu streichen, und zwar *Pinus caribaea* Morelet, *P. patula* Schiede und *P. teocote* Schlecht. u. Cham.; sie konnten im Gebiet von Guatemala nicht nachgewiesen werden. Den 5 übrigbleibenden sind 4 weitere Arten hinzuzufügen, so daß heute für Guatemala 9 *Pinus*-Arten genannt werden können (SCHWERDTFEGER 1953): *P. ayacahuite* Ehr., *P. strobus chiapensis* Mart., *P. tenuifolia* Benth., *P. pseudostrobus* Lindl., *P. montezumae* Lamb., *P. rudis* Endl., *P. oocarpa* Schiede, *P. tecumumani* Schwerdtf. und *P. hondurensis* Loock.

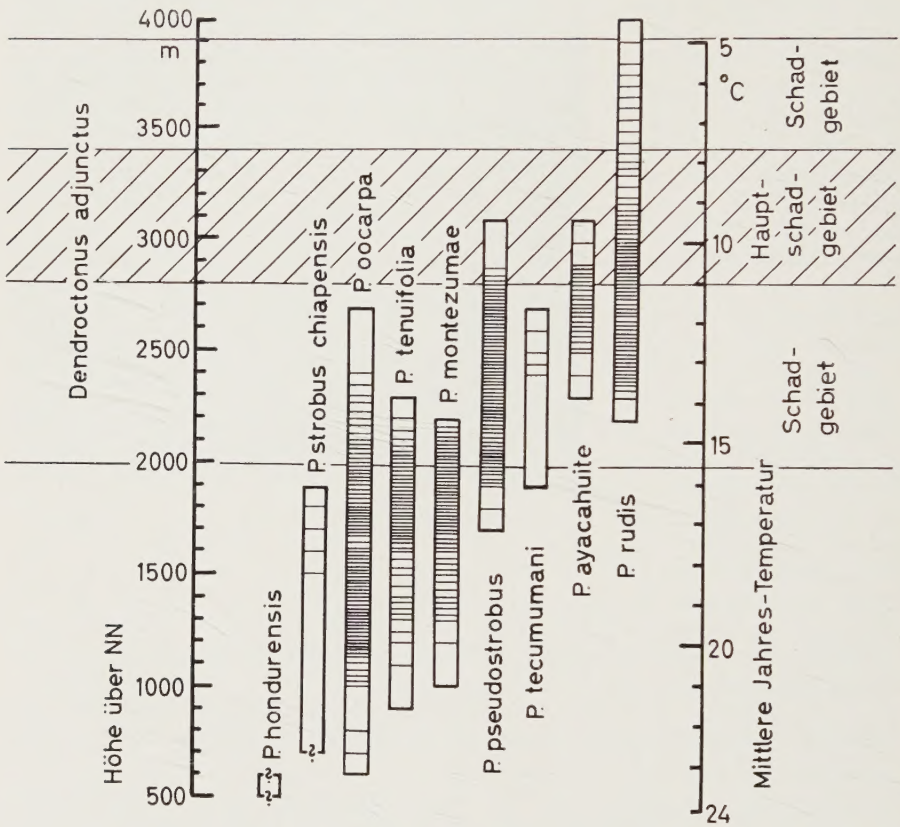



*Abb. 7.* Vertikale Verbreitungszonen der *Pinus*-Arten Guatemalas. Nach SCHWERDTFEGER 1953. Eingezeichnet das Schad- und Hauptschadgebiet von *D. adjunctus*

Von diesen 9 Kiefernarten leidet unter dem Massenauftreten von *Dendroctonus adjunctus* fast ausschließlich *Pinus rudis*, und zwar innerhalb ihres ganzen vertikalen Verbreitungsgebietes (Abb. 7).

Nach HOLDRIDGE-LAMB-MASON soll außer *P. rudis* auch *Pinus ayacahuite* angegriffen, aber nicht getötet werden. Ich habe keinen Befall, auch keinen abgeschlagenen, an dieser Holzart feststellen können. Dagegen sah ich zwi-

schen San Francisco el Alto und Momostenango einen Befallshorst von *Pinus pseudostrobus;* auch BECKER fand vereinzelt Befall in dieser Kiefernspezies. Im allgemeinen aber kann als einzige gefährdete Holzart *Pinus rudis* angesehen werden.

Daß, abgesehen von *P. pseudostrobus,* keine andere Kiefernart befallen wird, erklärt BECKER in bezug auf *P. ayacahuite* mit dem Vorhandensein einer spezifischen Resistenz, in bezug auf die anderen Pinus-Arten mit den verschiedenen Höhenbereichen, in denen sie einerseits, *Dendroctonus adjunctus* andererseits auftreten. Wie Abb. 7 zeigt, kann diese Erklärung nur für *P. hondurensis* und *P. strobus chiapensis* zutreffen; alle anderen Pinus-Arten liegen mit einem mehr oder weniger großen Teil ihres vertikalen Verbreitungsbereichs im Gebiet des *Dendroctonus*-Auftretens. Man muß also auch für diese Arten, soweit sie nicht befallen werden, eine spezifische Resistenz oder für *P. rudis* eine spezifische Disposition bzw. für *D. adjunctus* eine spezifische Affinität zur letztgenannten Holzart annehmen,wobei solche Begriffe leer bleiben, solange nicht die eigentlichen Ursachen für Befall oder Nichtbefall aufgedeckt sind.

Von den früheren Autoren haben auch JOHNSTON und ALVARADO erkannt, daß nicht alle Kiefernarten von der Kalamität heimgesucht werden. JOHNSTON (1939) nennt als anfällige Art *Pinus montezumae,* was insofern richtig ist, als *P. rudis* von manchen Autoren als Varietät von *P. montezumae* aufgefaßt wird. ALVARADO führt nur die Populärnamen pino blanco und pino resinoso oder pino de ocote an; die erste bezeichnet er als anfällig, die zweite wegen ihrer Harzfähigkeit als resistent. Das ist sicherlich ein Irrtum; denn in den Kalamitätsgebieten wird gemeinhin unter pino blanco die nichtbefallene *Pinus ayacahuite* verstanden; die von *Dendroctonus* heimgesuchte *Pinus rudis* wird als pino colorade bezeichnet.

### b. Die Reaktion des befallenen Baumes

Wie weiter unten noch darzulegen sein wird, fliegt *D. adjunctus* zur Vollführung seines Brutgeschäftes vorwiegend gesunde Bäume an. Diese reagieren auf die ersten Einbohrversuche mit starkem Harzausfluß, den der Käfer überwinden muß, wenn er Fuß fassen will. Wie dies geschieht, ist in dem früheren, 7. Beitrag (S. 47) ausführlich geschildert worden.

Die erfolgreiche Besiedlung des Stammes durch *Dendroctonus* hat das Absterben des Baumes zur Folge: durch die Gänge der Käfer und Larven werden die saftführenden Schichten des Bastes durchschnitten, der absteigende Assimilatstrom wird unterbrochen, den Wurzeln werden keine Nährstoffe mehr zugeführt, sie stellen ihre Tätigkeit ein, der Baum beginnt zu welken. Erste äußere Anzeichen für das Absterben des Baumes sind das Aufhören des Harzflusses und eine Verfärbung der Nadeln.

Die grüne Farbe der Benadelung verliert ihre Frische, sie wird fahl, nach Grau hinüberspielend. Dann beginnen die welkenden Nadeln zu vergilben, sie werden gelbbraun, später rotbraun. Die Braunfärbung ergreift zunächst nur die Altnadeln, während die diesjährigen Maitriebe noch grün bleiben, offenbar, weil sie bevorzugt mit Wasser versorgt werden; ihr Wachstum wird allerdings eingestellt, und sie bleiben kleiner als normal. In der Folgezeit bräunen sich auch die Maitriebnadeln, und zwar zunächst im unteren Teil der Krone; die Braunfärbung schreitet innerhalb der Krone von unten nach oben fort, bis schließlich die gesamte Benadelung braun und abgestorben ist. Das

| Befall | Frühjahr 1951 | Frühjahr 1951 | Sommer 1951 | Sommer 1951 | Oktober 1951 |
|---|---|---|---|---|---|
| Ort | Sierra María Tecún | Sierra María Tecún | Sierra María Tecún | Sierra María Tecún | Bei Quezaltenango |
| Höhe | km 150<br>3200 m | km 148<br>3000 m | km 150<br>3200 m | km 148<br>3000 m | El Baúl<br>2500 m |
| Zustand der Benadelung am 5. 10. 1951 | Altnadeln braun, Maitriebe grün, fahl | Altnadeln braun, Maitriebe grün, z. T. bräunlich | Benadelung völlig grün | Benadelung völlig grün | |
| 28. 11. 1951 | Altnadeln braun, Maitriebe fahlgrün bis braun | Alle Nadeln braun, z. T. graubraun | Altnadeln gelbgrün, Maitriebe grün | Altnadeln braun, Maitriebe fahlgrün | Benadelung völlig grün |
| 24. 1. 1952 | Alle Nadeln graubraun; beginnen abzufallen | Alle Nadeln graubraun; beginnen abzufallen | Unterste Äste grünbraun, darüber grüngrau, oben graugrün | Nadeln braun, einige Maitriebe noch grün | Nadeln meist grün, z. T. Altnadeln grüngelb und gelbbraun |
| 12. 3. 1952 | Alle Nadeln graubraun; starker Nadelfall | Alle Nadeln graubraun; geringer Nadelfall | Sämtliche Nadeln braun | Sämtliche Nadeln braun | Fast alle Nadeln rotbraun; vereinzelte Nadelbüschel noch grünlich |

Gelb- und Rotbraun hat sich in Grau- und Schwarzbraun gewandelt. Schließlich fallen die toten Nadeln ab.

Das Abwelken, Sterben und Abfallen der Benadelung beansprucht eine relativ lange Zeit; sie ist unterschiedlich je nach den örtlichen Verhältnissen und wird besonders von den Wetterbedingungen beeinflußt.

Einige Beobachtungen, die eine Anschauung über den Verlauf des Welkens der Benadelung zu vermitteln vermögen, sind nebenstehend zusammengestellt.

Becker (1954) sah Bäume, die offenbar im vergangenen Herbst mit Erfolg befallen worden waren, Ende April/Anfang Mai ausgefärbte Käfer enthielten und zu dieser Zeit noch völlig grüne Nadeln trugen.

Nach dem Absterben der Benadelung und des Baumes beginnt, zunächst an den sonnenexponierten Stammteilen, die Rinde aufzureißen und abzufallen.

Häufig sieht man inmitten abgestorbener Kiefern einzelne am Leben gebliebene Bäume. Es mag ein Zufall gewesen sein, daß sie vom Angriff verschont blieben oder daß der Anflug nicht in ausreichender Stärke erfolgte. Becker wirft die Frage auf, ob es sich hier um Stämme mit natürlicher Resistenz handeln kann. Sollte eine solche vorkommen, so wäre dies im Hinblick auf die Verwendung resistenter Pflanzen bei Wiederaufforstungen im Kalamitätsgebiet von größtem Interesse.

### c. Wirtschaftliche Bedeutung der Schäden

Einigermaßen sichere Zahlenangaben über die Größe der

durch *Dendroctonus* geschädigten Waldfläche oder über die Massen getöteten Holzes können nicht gemacht werden; es sind keinerlei Unterlagen dafür vorhanden.

Becker schätzt, daß Anfang 1951 *Dendroctonus* in dem gesamten Befallsgebiet in ungefähr 10 000 bis 30 000 Stämmen mit vielleicht 10 000 bis 20 000 fm Nutzholz brütete; der Schaden der letzten 20 Jahre dürfe mit 200 000 bis 400 000 fm Holzverlust nicht zu hoch angenommen sein. Diese Zahlen sind äußerst vorsichtig geschätzt und vermutlich zu niedrig. Allein die Fläche der Altos Cuchumatanes über 3000 m Höhe beträgt nach Blatt 710 der World Aeronautical Chart (Washington 1947) rund 1000 qkm oder 100 000 ha. Rechnen wir sehr vorsichtig, daß nur 1/5 dieser Fläche mit Kiefer bestockt war und vernichtet wurde, daß weiterhin je Hektar nicht mehr als 50 fm standen, so ergibt sich allein für dieses Gebirge eine Verlustziffer von 1 Million fm. Dieser Verlust mag allerdings zum Teil vor mehr als 20 Jahren entstanden sein.

Aber auch ohne beweiskräftige Zahlen ist der Eindruck, den der Besucher in den Hauptbefallszonen hinsichtlich des Ausmaßes der Schäden gewinnt, erschreckend genug. Schon Alvarado schrieb (1936): „Es probablemente la peste más grave y contagiosa que se ha presentado en el ramo forestal de Guatemala. – el gorgojo mendionado ha matado e inutilizado milliones de pinos en Guatemala, cuyo valor en metálico representa uno riqueza fabulosa –." In der Sierra María Tecúm ist allenthalben das Waldgefüge durch Horste toter Kiefern unterbrochen. Auf ausgedehnten Strecken der Altos Cuchumatanes, auf den Hängen des Volcán de Agua und in großen Teilen des Kieferngürtels am Volcán de Tajumulco sah ich schätzungsweise 90% aller Kiefern mit einem Durchmesser von mehr als etwa 15 cm abgestorben; lebend waren fast nur noch die Jungkiefern, die vom Käfer nicht angegriffen wurden. Eine *Dendroctonus*-Kalamität kann den Tod aller mittelalten und alten Kiefern zur Folge haben; die Jungkiefern bleiben erhalten, können einen neuen Wald bilden und sich verjüngen, um dann wiederum ein Opfer des Käfers zu werden.

In forstlich nicht genutzten Waldungen bedeutet also der *Dendroctonus*-Befall eine Art Alterskrankheit, die allerdings in recht frühen Altersstufen einsetzt. Der Wald als solcher verschwindet nicht, da stets der Jungwuchs erhalten bleibt und mit ihm einige ältere Bäume, die sich durch die Kalamität hindurchgerettet haben und für weitere Verjüngung sorgen. Ist der Jungwuchs in das befallsfähige Alter hineingewachsen, kann er wiederum vernichtet werden.

Ein ähnliches Wechselspiel zwischen Waldentwicklung und Borkenkäfer fand Craighead (1925) in den Vereinigten Staaten: „The history of the Kaibab Forest is essentially that of the Black Hills Beetle *(Dendroctonus ponderosae* Hopk.), supplemented by local fires. – One tree 400 years old showed seven (series of) unsuccessful attacks" (Blackman, 1931, p. 10–11).

Die ungeheuerlichen Folgen, die derart ständige Attacken und Verluste oder gar ein periodisches Absterben fast aller mittelalten und alten Baumindividuen für eine geregelte Fortwirtschaft haben, brauchen nicht auseinandergesetzt zu werden. Sie treten so lange nicht in Erscheinung, wie in Guatemala eine geordnete Forstwirtschaft nicht besteht. Wird sie eingeführt, so ist Voraussetzung, daß in den *Dendroctonus*-gefährdeten Gebieten die durch den Borkenkäfer verursachten Schäden abgestellt oder zumindest auf ein erträgliches Maß herabgemindert werden.

## 3. Ursachen und Verlauf des Massenauftretens von *D. adjunctus*

### a. Auslösung des Befalls

Zur Beantwortung der Frage, auf welche Weise ein örtlicher Befall zustande kommt, ist es von entscheidender Bedeutung zu wissen, ob *Dendroctonus adjunctus* hinsichtlich seiner Aggressivität primär oder sekundär ist, mit anderen Worten: ob der Käfer mit Erfolg völlig gesunde Bäume angreifen kann oder nur solche, die infolge der Einwirkung irgendwelcher anderer Ursachen anfällig geworden sind.

Morton (1931) war der Ansicht, daß an dem grauenhaften Baumsterben nicht nur Käfer, sondern auch rein physiologische Erkrankungen beteiligt seien, ohne sich aber über die Art dieser Erkrankungen näher zu äußern. Nach Bates (1932) war die Meinung Sachverständiger, daß die Käfer sekundär aufträten und Bäume befielen, die durch andere Ursachen geschwächt seien; die eigentliche Ursache der Plage sei noch nicht bekannt. Johnston (1939) prüfte Insektenschäden an den Nadeln und Pilzerkrankungen der Kiefer auf ihre Möglichkeit, Befall durch *Dendroctonus* auszulösen, und kam zu dem Schluß, daß der Tod der Bäume auf den Borkenkäfer zurückzuführen sei.

Eingehend befaßte sich Alvarado (1939) mit dem Problem. Seine Ausführungen sind nicht ganz klar, da er einerseits in aller Breite (p. 175 bis 185) die Faktoren erörtert, welche eine Schwächung der Kiefern verursachen und damit die Käferinfektion vorbereiten, andererseits (p. 186) erklärt, *Dendroctonus* befiele gesunde Bäume. Wenn ich ihn recht verstanden habe, vertritt Alvarado folgende Ansicht: *Dendroctonus* befällt Kiefern, die durch irgendeine Einwirkung geschwächt sind; hat er sich in diesen zu Massen vermehrt und sind keine geschwächten Wirtsbäume mehr vorhanden, so greift er auch gesunde Pflanzen an, wobei er aber wiederum die etwas schwächeren bevorzugt und herausfindet (p. 190).

Als Faktoren, die eine Schwächung der Bäume verursachen und damit *Dendroctonus*-Befall auslösen können, nennt Alvarado: 1. Das Feuer, das er mit Recht als den größten Waldverwüster Guatemalas geißelt; feuergeschädigte, überlebende Kiefern „eran huéspedes del gorgojo, que al paracer encuentra en ellos, sujetos ideales para su reproducción" (p. 176–177). 2. Unvernünftige Hiebe, die stellenweise in großem Umfang zu beobachten sind, ohne daß das Holz genutzt wird; „arboles hermosísimos de todas las especies, se encuentran acinados unos encima de otros, esperando que el tiempo los consuma, o sirviendo de nidales excelentes al *Dendroctonus* y otros gorgojos similares" (p. 177). 3. Beschädigungen der Bäume zur Harz-, Terpentin-, Kienholz- und Gerbrindengewinnung. 4. Versäuerung und Nährstoffarmut des Bodens. Hinsichtlich der beiden erstgenannten Faktoren, Feuer und ungeregelte Hiebe, haben auch meine Untersuchungen ihre große Bedeutung für *Dendroctonus*-Infektionen erkennen lassen, allerdings in einem anderen Sinne, als Alvarado meinte. Zu Punkt 3 ist zu sagen: Gerbrinde wird ausschließlich von der pino blanco, im Kalamitätsgebiet von *Pinus ayacahuite* entnommen; diese wird nicht von *Dendroctonus* befallen; insofern kann die Gerbrindengewinnung keine *Dendroctonus*-Plage auslösen. Harz, Terpentin und Kienholz werden von den sogenannten pinos colorados gewonnen, zu denen auch die von *Dendroctonus* heimgesuchte *Pinus rudis* gehört; ich habe aber in keinem Falle zu derartigen Zwecken beschädigte Kiefern von *Dendroctonus* infiziert gesehen; wenn überhaupt, besitzen diese Beschädigungen sicherlich eine geringe Bedeutung für die Entstehung von *Dendroctonus*-Kalamitäten. Besonders eingehend befassen sich Alvarado bzw. sein Gewährsmann Deger, den er ausführlich zitiert, mit dem 4. Punkt, der Versäuerung und Nährstoffarmut des Bodens. Auf Grund von Analysen dreier Bodenproben, die Alvarado aus dem Kalamitätsgebiet entnahm, kommt Deger zu dem Schluß, daß die Kiefern auf dem saueren bzw. kalkarmen Boden unter Nährstoffmangel litten und infolgedessen in ihrer Widerstandskraft geschwächt seien. Diese Ausführungen stehen auf äußerst schwachen Füßen.

Die analysierten Bodenproben stammen lediglich aus dem Sterbegebiet der Kiefern; es fehlt jegliche Vergleichsprobe aus einem Ort, wo kein Kiefernsterben besteht; es fehlt damit jeder Nachweis, daß die Bodenverhältnisse im Kalamitätsgebiet besonders schlecht sind. Versäuerung und Basenarmut von Waldböden bedeuten nicht ohne weiteres schlechte Ernährung der auf ihnen stockenden Bestände. Ich sah bestwüchsige Kiefernbestände, in denen *Dendroctonus* übel gehaust hatte.

Holdridge-Lamb-Mason (1950) stützen sich wohl im wesentlichen auf die früheren Autoren und sind der Ansicht, daß *Dendroctonus* im allgemeinen vertrocknende, geschwächte Bäume angreife und nur, wenn er in großen Massen vorhanden sei, gesunde Bäume befallen könne; Feuer und Rodungen seien die Hauptursachen für die Entstehung der Plage. Auch Becker (1952) vertritt die Meinung, daß der Käfer Primärschaden erst nach Massenentwicklung in gefällten oder geschwächten Bäumen verursache. „Die nach dem Fällen im Boden verbleibenden Stöcke, – – unkontrollierte Rodungsfeuer, die zu regelmäßigen Waldbränden führen – – sowie das lange Verbleiben kränkelnder, abgestorbener oder gefällter Stämme im Walde geben dem Käfer überall hinreichende Gelegenheit, sich – von den natürlichen ‚eisernen' Beständen ausgehend – in größerer Menge zu entwickeln und dann auf gesunde Stämme überzugehen und die gefürchteten Primärschäden anzurichten. – – Sind in einem Bestand keine geschädigten oder alten Kiefern vorhanden, so findet man zu Beginn einer Gradation unter sonst gleichartigen Bäumen die Käfer zunächst an den infolge kleiner (für den Baum sonst unwesentlicher) Verletzungen harzenden Stämmen sowie an Bäumen, die Zapfen tragen. Auch hier scheint – – manchmal bereits die Schwächung durch die Samenausbildung zu genügen, um sie etwas anfälliger gegen den Käferangriff zu machen. Sind aber erst einmal ein oder mehrere dicke Stämme von den Käfern dicht besiedelt, so greifen diese in den folgenden Generationen auf jüngere, wuchsfreudigere, und zwar auch völlig gesunde Bäume über." (p. 201–202).

Alle früheren Autoren – vielleicht mit Ausnahme von Johnston, dessen Stellung aber nicht klar erkennbar ist – sind somit der Ansicht, daß *D. adjunctus* in erster Linie sekundär ist und geschwächte Bäume befällt; erst wenn er in Massen vorhanden ist und keine geschwächten Bäume findet, vermag er auch mit Erfolg gesunde Bäume anzugreifen, also primär zu werden. Meine Untersuchungen lieferten ein anderes Ergebnis.

Es wurde zunächst versucht, an Befallsstellen historisch zu ermitteln, von wo die Erstinfektion ausgegangen war; das war im allgemeinen nur möglich, wo der Fraß verhältnismäßig frisch war. In nahezu allen Fällen, in denen sich der Verlauf des Befalles rekonstruieren ließ, waren als Ausgangspunkte *Fällungen* zu erkennen. Immer wieder konnte festgestellt werden, daß in unmittelbarer Nähe erstbefallener, stehender Stämme einzelne oder zahlreiche gefällte Kiefern lagen.

Drei kennzeichnende Beispiele mögen dies erläutern:

Erste Beobachtung: Am Hang des Berges El Baúl bei Quezaltenango wurde am 6. Oktober 1951 der Stamm einer einzelnen gefällten *Pinus rudis* gefunden, der dicht neben einer stehenden Kiefer der gleichen Art lag; der stehende Stamm war frisch von *Dendroctonus* befallen und wies etwa 50 Harztrichter auf.

Zweite Beobachtung: Im Walde bei La Esperanza in der Nähe von Quezaltenango hatte der Waldbesitzer einen erheblichen Frischbefall von *Dendroctonus* in einem bis dahin angeblich völlig befallsfreien Gebiet festgestellt. Bei einer Besichtigung am 24. September 1951 ließ sich folgender Hergang rekonstruieren (Abb. 8): Inmitten des geschlossenen Waldbestandes war ein kleiner Kahlhieb ausgeführt worden. Zu unterst am Hang waren vier Stubben, deren Stämme anscheinend zwei Jahre vorher gehauen worden waren; darüber

und dazwischen waren 8 Stubben von einem Hieb, der nach Aussage des Waldbesitzers vor mehreren Monaten erfolgte; oberhalb dieser Hiebsfläche waren schätzungsweise 50 stehende, gutwüchsige Kiefern von *Dendroctonus* frisch befallen.

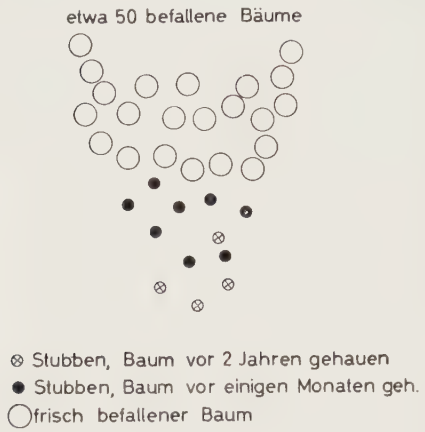



*Abb. 8.* Befallsfläche bei La Esperanza. Unten am Hang die Stubben von 4 vor zwei Jahren und von 8 vor einigen Monaten gehauenen Kiefern, darüber etwa 50 stehende, von *Dendroctonus* frisch befallene Bäume. Zustand 24. 9. 1951

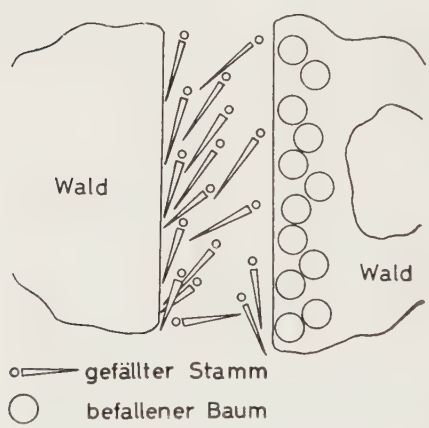



*Abb. 9.* Befallsfläche Las Trojadas, Sierra María Tecúm, 3200 m. Durch einen Kiefernbestand von etwa 60 Bäumen wurde im April 1951 eine Telegraphenschneise gehauen. Die 17 gefällten Stämme blieben liegen. Im Laufe des Sommers 1951 zeigte sich Frischbefall von *Dendroctonus* an 12 stehenden Stämmen an einer Seite der Schneise. Zustand 3. 10. 1951

Dritte Beobachtung: Unbeabsichtigt hat die Telegraphenverwaltung ein Experiment größten Ausmaßes ausgeführt, indem sie im Frühjahr 1951 durch die ganze Sierra María Tecúm, also einem Hauptkalamitätsgebiet, eine Schneise für eine neue Telegraphenlinie bauen ließ; die gefällten Stämme wurden nicht genutzt und blieben liegen. Im Lauf des Sommers machte sich allenthalben auf einer Seite oder zu beiden Seiten der neuen Schneise Frischbefall von *Dendroctonus* bemerkbar, der durch die Braunfärbung der Kronen schon von weitem auffiel. Einen derartigen, willkürlich herausgegriffenen Befallsort, der am 3. Oktober näher aufgenommen wurde, zeigen Abb. 9 und 10.

Solche Beobachtungen ließen mit Sicherheit den Schluß zu, daß Frischbefall von *Dendroctonus* im Zusammenhang steht oder stehen kann mit vorangegangenen Fällungen. Die Vermutung lag nahe, daß der Käfer, ähnlich wie manche nordamerikanische *Dendroctonus*-Arten (Doane et al. 1936) oder Angehörige der Gattung *Ips*, zunächst in den gefällten Stämmen brütet und die aufliegenden Jungkäfer in Ermangelung anderen Brutmaterials die benachbarten stehenden Kiefern angreifen. Diese Vermutung wurde auf ihre Richtigkeit geprüft:

Erste Untersuchung: Auf dem Berge El Baúl bei Quezaltenango war im vergangenen Jahr und im Frühjahr 1951 *Dendroctonus*-Befall gewesen; er war durch Fällen der infizierten Bäume, Zerkleinern der Stämme zu Brennholz und rasche Abfuhr des Holzes bekämpft worden. Am 6. September 1951 fand ich den Befallsort im wesentlichen gesäubert und Brennholzstapel mit Käfern bei der Eiablage oberhalb am Wege; es war zu erwarten, daß die Käfer das rasch austrocknende Holz in absehbarer Zeit verlassen und auf die Suche nach neuem Brutmaterial gehen würden. Um zu prüfen, ob sie gefällte oder stehende geschwächte Bäume vorziehen würden, ließ ich an der Seite des alten Befallsortes, im gesunden Bestand, zwei Kiefern fällen, zwei Kiefern ringeln, d. h. ihre Rinde in etwa 1 m Höhe über dem Erdboden auf etwa 20 m Breite bis zum Holz auf dem ganzen Umfang des Stammes entfernen, und zwei Stämme nur auf halbem Stammumfang ringeln. Die Versuchsanlage zeigt Abbildung 11. Nach rund drei Wochen, am 28. September 1951, fand sich an den beiden gefällten Stämmen, an den beiden ganzgeringelten Kiefern und an einer halbgeringelten Kiefer keinerlei Käferbefall; an der anderen halbgeringelten Kiefer war etwa 20 cm oberhalb der Schäl-

stelle ein einzelner Harztrichter, völlig weiß, ohne Bohrmehl, offenbar von einem aufgegebenen Einbohrversuch stammend. Dagegen zeigten sich an einem bis dahin völlig gesunden Stamm, der zwischen den beiden gefällten Kiefern stand, zahlreiche frische Harztrichter bis zu etwa 2,5 m Höhe; es wurden 32 Einbohrungen gezählt. Bei den weiteren Kontrollen, die bis in das folgende Jahr hinein fortgeführt wurden, zeigte sich keine Änderung des Bildes; gefällte, geringelte und halbgeringelte Stämme blieben unbefallen; die Zahl der Ein-

*Abb. 10.* Befallsfläche Las Trojadas der Abb. 9. An den stehenden Randstämmen rechts entstand Befall durch *Dendroctonus*. Zustand 9. 10. 1951

bohrungen an dem stehenden Stamm nahm laufend zu, im Januar 1952 wurden bis 2,5 m Stammhöhe 222 Harztrichter gezählt. Dieses Versuchsergebnis läßt sich folgendermaßen deuten: Die fliegenden Käfer sind durch die beiden gefällten Stämme, wahrscheinlich durch einen von ihnen ausgehenden Geruchsreiz, angelockt worden; sie sind aber nicht in die liegenden Stämme eingedrungen, sondern in den zwischen ihnen, vermutlich im stärksten Duftbereich stehenden, gesunden Stamm; somit wird der Käfer zwar durch liegende Stämme angelockt, er befällt aber unmittelbar benachbarte, stehende Bäume.

Zweite Untersuchung: Zur Nachprüfung, ob diese Deutung bzw. Schlußfolgerung richtig ist, wurde ein Befallsort an der oben erwähnten Telegraphenschneise in der Sierra María Tecúm, bei Las Trojadas, näher untersucht. Die Schneise wurde hier im April 1951 quer durch einen kleinen, rings von Öd- bzw. Weideland umgebenen Kiefernbestand von schätzungsweise 60 Bäumen gehauen (Abbildung 9 und 10). Am 3. Oktober 1951 fand ich die 17 Kiefern, die zur Herstellung der Schneise gefällt waren, noch liegend; Bast und Splint waren zum Teil auffallend frisch; einzelne waren von Ipiden, mehr von Buprestiden befallen; an keinem der 17 Stämme, deren jeder durch teilweises Entfernen der Rinde untersucht wurde, fand sich *Dendroctonus*, auch nicht an den 60 bis 80 cm hohen Stubben. An der einen Seite der Schneise aber wiesen die nächststehenden 12 Kiefern *Dendroctonus*-Befall auf; zum Teil fanden sich halbwüchsige Larven, zum Teil noch Käfer bei der Eiablage. Auch hier waren also die gefällten Stämme nicht befallen; *Dendroctonus* war in die unmittelbar benachbarten stehenden Stämme gegangen. Da dieser Kiefernbestand bis dahin keinerlei *Dendroctonus*-Schäden aufzuweisen hatte, ist es wahrscheinlich, daß der Käfer durch das liegende Holz angelockt wurde.

Dritte Untersuchung: In gleicher Weise wurde eine Untersuchung an einem anderen Befallsort der Telegraphenschneise, bei km 148 der Straße Encuentros-Totonicapán, ausgeführt. Die Schneise war durch einen kleinen Kiefernbestand gelegt worden, der auf zwei Seiten durch Öd- bzw. Weideland, auf einer Seite durch die Straße und auf der vierten Seite durch eine alte Telegraphenschneise begrenzt war (Abbildung 12). Es lagen 29 Stämme, von denen zwei am 5. Oktober 1951 schwachen *Dendroctonus*-Befall mit halbwüchsigen Larven zeigten; im übrigen waren sie besetzt von Ipiden und Buprestiden. Von den 60 bis 80 cm hohen Stubben wiesen vier Harztrichter auf; zwei enthielten halbwüchsige Larven, bei zweien war der Angriff ohne Folgen geblieben. Zu beiden Seiten der Schneise, unmittelbar angrenzend im stehenden Bestand, waren insgesamt 17 Kiefern befallen, die zum größeren Teil Larven, vereinzelt eierlegende Käfer enthielten. Im Gegensatz zur vorigen Un-

tersuchung zeigte sich hier also auch Infektion liegender Stämme und von Stubben; sie umfaßte aber nur einen kleinen Prozentsatz der liegenden Stämme und Stubben und war unverhältnismäßig geringer als der Befall im stehenden Bestand zu beiden Seiten der Schneise.

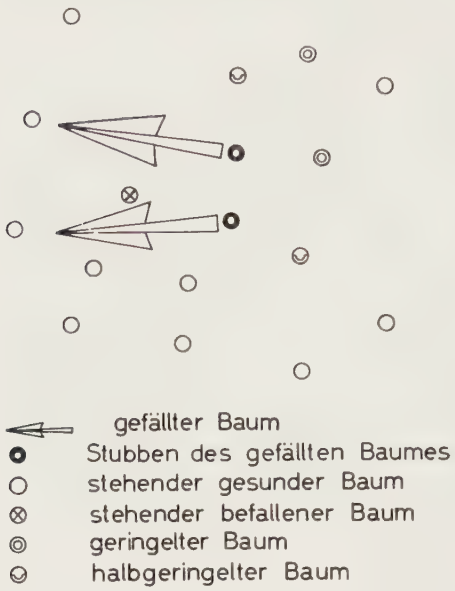



*Abb. 11.* Versuchsanlage im El Baúl. Erläuterung im Text

Faßt man die Ergebnisse der drei ausführlicher geschilderten Untersuchungen, die durch zahlreiche stichprobenartige Feststellungen an anderen Befallsorten, namentlich im Zuge der genannten Telegraphenschneise erhärtet wurden, zusammen, so ergibt sich folgendes Bild für die Entstehung von *Dendroctonus*-Befall infolge von Fällungen:

Schwärmende, fortpflanzungsbereite Käfer werden durch frisch oder kürzlich gefällte Kiefern angelockt, wahrscheinlich durch einen von ihnen ausgehenden Geruchsreiz. Sie dringen aber nicht oder höchstens ausnahmsweise in diese oder ihre Stubben ein, sondern befallen zur Ausübung ihres Brutgeschäftes in unmittelbarer Nähe, vermutlich im Duftbereich der gefällten Stämme stehende, gesunde Kiefern. *D. adjunctus* ist also in diesem Falle absolut primär.

Ähnliches, allerdings nicht übereinstimmendes Verhalten zeigt nach Blackman (1931) *Dendroctonus ponderosae* Hopk. Stämme, die vor 7 oder 10 Tagen gefällt sind, werden ebenso stark befallen wie stehende Bäume; seit 1 oder 2 Monaten liegende Stämme dagegen locken zwar die Käfer an, werden aber nur schwach angenommen; die Mehrzahl der Käfer befällt die benachbarten stehenden Kiefern. Demgegenüber nahm *D. adjunctus*, wie die „Erste Untersuchung" zeigte, auch frischgefällte Stämme nicht an.

Im Hinblick auf die Vorbeugung und Bekämpfung der *Dendroctonus*-Schäden schien es nicht unwichtig, zu erfahren, ob ein Unterschied in der Lockwirkung der einzelnen Teile einer gefällten Kiefer besteht, ob etwa der Stamm oder der Stubben oder die Krone eine besondere Anziehungskraft besitzen, ferner ob das Lockvermögen des Stammes durch Entrinden abgeändert werden kann. Es wurden Anfang Oktober 1951 in der Sierra María Tecúm an verschiedenen Stellen Versuchsreihen angelegt derart, daß Kiefern gefällt und ausgeastet, ihre Stämme, zum Teil mit Rinde, zum Teil entrindet, an anderer Stelle, als die Stubben standen, angehäuft und ihre Äste und Zweige wiederum an einem anderen Ort niedergelegt wurden. Es sollte beobachtet werden, ob Neubefall von *Dendroctonus* in der Nähe der Stubben, der berindeten Stämme, der entrindeten Stämme oder des benadelten Reisigs erfolge. Weiterhin wurden nochmals Bäume geringelt und halbgeringelt sowie entastet (siehe unten). Leider lieferten die Versuchsanlagen kein Ergebnis, da in dem genannten Gebiet vom Oktober 1951 bis zum Abschluß meiner Arbeiten im März 1952 kein Käferflug mehr erfolgte.

Gelegentlich wurden *Dendroctonus*-Fraßstellen gefunden, in denen der Erstbefall von stehenden, stark *aufgeasteten Stämmen* ausgegangen zu sein schien.

Bei Momostenango sah ich am 10. September 1951 einen Befallshorst, der aus 10 frischbefallenen, vorher offenbar gesunden Kiefern und aus 3 altbefallenen Bäumen bestand; die altbefallenen Bäume, die der Käfer anscheinend als erste infiziert hatte, waren sehr stark aufgeastet und besaßen nur noch kleine Reste der Kronen. In den Altos Cuchumatanes fand

ich am 26. Januar 1952 zwei dicht beieinander stehende Kiefern, die beide stark geastet waren (Abb. 13); die eine war von *Dendroctonus* besetzt, die andere war befallsfrei.

Ein klares Bild, ob und in welchem Umfang Astungen *Dendroctonus*-Infektionen auszulösen vermögen, ließ sich nicht gewinnen. Versuche, die zur Klärung der Frage eingeleitet wurden, lieferten kein Ergebnis, da der Käfer in dieser Zeit nicht mehr flog. Angesichts der Tatsache, daß Astungen in sehr großem Umfang ausgeführt werden, andererseits ein Zusammenhang zwischen ihnen und nachfolgender *Dendroctonus*-Infektion nur gelegentlich und dann auch nicht immer mit Sicherheit nachgewiesen werden konnte, darf angenommen werden, daß die Astungen bei der Auslösung von Käferbefall längst nicht die Bedeutung besitzen wie die Fällungen.

Ein dritter, in diesem Zusammenhang zu betrachtender Faktor sind die *Feuerschäden.* Durch Waldbrand geschädigte Kiefern werden häufig von *Dendroctonus* infiziert gefunden.

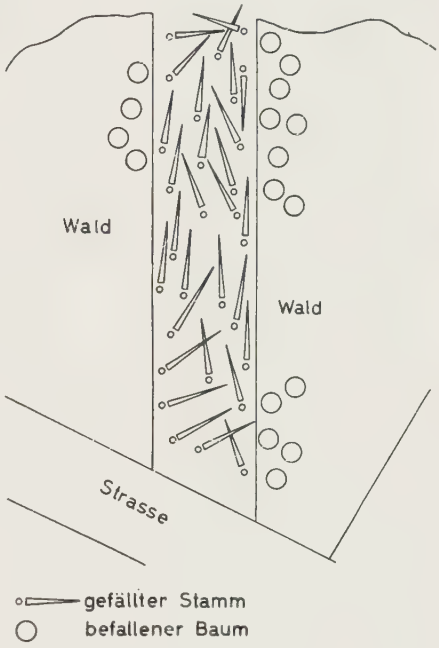



*Abb. 12.* Befallsfläche km 148 Straße Encuentros-Totonicapán. Durch einen Kiefernbestand wurde im Frühjahr 1951 eine Telegraphenschneise gehauen; die 29 gefällten Stämme blieben liegen. An den Seiten der Schneise zeigte sich im Laufe des Sommers 1951 Frischbefall von *Dendroctonus* an 17 stehenden Stämmen. Zustand 5. 10. 1951

Erstes Beispiel: Brandstelle vom Frühjahr 1951 in der Sierra María Tecúm, bei km 147 der Straße Encuentros-Totonicapán. Etwa 20 Stämme waren mehr oder weniger geschädigt, die Rinde war angekohlt, die Nadeln waren mehr oder weniger versengt. Vor dem Brand war an der Stelle dem Augenschein nach kein *Dendroctonus*-Befall gewesen. Am 5. Oktober 1951 wiesen einzelne Bäume mit geschwärzter Rinde Harztrichter auf. An einem Stamm mit stark angekohlter Rinde saßen die Harztrichter nur an der weniger geschwärzten, dem Feuer abgewandten Seite; er enthielt in dem verhältnismäßig frischen Bast mittelalte Larven. Ein anderer Stamm war nur einseitig angekohlt; sein Bast war an der dem Feuer zugewandten Seite geschädigt, an der anderen Seite vollsaftig; an der Grenze zwischen geschädigter und vollsaftiger Rinde fanden sich zahlreiche Einbohrungen und Käfer bei der Eiablage.

Zweites Beispiel: Am Cerro Quemado bei Quezaltenango war im April 1951 ein größerer Waldbrand. Am 8. Oktober 1951 waren zahlreiche geschädigte Kiefern von *Dendroctonus* befallen, und zwar ausschließlich solche Bäume, die in der Spitze der Krone noch einen Teil ihrer grünen Benadelung besaßen. Der Bast war noch saftig, die Bäume hatten stark geharzt und wiesen zum Teil auffallend große Harztrichter auf. Es wurde der Käfer bei der Eiablage und auch älterer Befall mit halbwüchsigen Larven gefunden. In Mischung mit den von *Dendroctonus* befallenen *Pinus rudis* standen *P. ayacahuite;* an ihnen war in keinem Fall *Dendroctonus* zu finden, wohl aber ließen sich zahlreiche Einbohrungen von *Gnathotrichus sulcatus* Lec. feststellen. Dies sei besonders vermerkt im Hinblick auf die oben (Seite 8) mitgeteilten Aussagen von Holdridge-Lamb-Mason, daß *P. ayacahuite* von *Dendroctonus* angeflogen werde.

Die Beispiele zeigen, daß auch brandgeschädigte *Pinus rudis* den Käfer anlocken. Er dringt in sie ein und scheint in diesem Falle sekundär zu sein.

*Abb. 13.* Zwei aufgeastete *Pinus rudis*, die hintere von *Dendroctonus* befallen und abgetötet. Altos Cuchumatanes. 3200 m. 26. 1. 1952

Allerdings befiel er nur Kiefern mit noch lebenden Kronenteilen, nicht völlig versengte; er wurde in den Rindenpartien gefunden, die noch saftigen Bast aufwiesen; die Stämme harzten kräftig, besaßen also noch eine große Vitalität. Seine Aggressivität richtete sich somit auf Bäume und Stammteile, die dem Augenschein nach nur wenig geschädigt waren, und es ist möglich, daß sie im Hinblick auf die für Befall und Eiablage wesentlichen Bedingungen kaum nennenswert vom Zustand gesunder Bäume abwichen. Es blieb allerdings die Frage zu prüfen, ob brandgeschädigte Kiefern, die sicherlich schneller absterben als gesund befallene Bäume, der Brut die gleichen günstigen Entwicklungsbedingungen bieten wie diese.

Miller und Patterson (1927) fanden, daß in den Vereinigten Staaten *Dendroctonus brevicomis* Lec., der in seiner Lebensweise mit *D. adjunctus* übereinstimmt, durch feuergeschädigte Bäume angelockt wird und diese befällt. Die anlockende Wirkung verursacht eine Konzentration der Käfer im Brandgebiet und entsprechend eine Verringerung der Käfer in der Umgebung bis zu einer Entfernung von 2 bis 3 Meilen. In den brandgeschädigten Kiefern fand die Brut keine guten Entwicklungsbedingungen: in der inneren Rinde wurde eine extrem hohe Feuchtigkeit festgestellt, die offenbar für die Junglarven ungünstig war und eine hohe Mortalität verursachte. Nach Entwicklung der Generation entfielen je Quadratfuß an feuergeschädigten Bäumen auf 13 Altkäfer 12 Jungkäfer, entsprechend einer Verringerung der Populationsdichte um 8 %; an gesunden, ungeschädigten Bäumen auf 16 Altkäfer 67 Jungkäfer, entsprechend einer Erhöhung der Bevölkerungsdichte um 319 %. In den brandgeschädigten Flächen ist es also nicht zu einer Massenvermehrung gekommen, die Käferzahl ist im Gegenteil verringert worden. Die Borkenkäfer erhöhen den Holzverlust auf einer Brandfläche, indem sie schwachgeschädigte Bäume befallen und zum Absterben bringen, die sich ohne diesen Befall wieder erholt hätten; dagegen haben Waldbrände wenig Einfluß auf den Massenwechsel der Käfer.

Eine Anfang Dezember 1951 durchgeführte Besichtigung der auf Seite 17 als „Erstes Beispiel“ erwähnten Brandstelle ergab den Eindruck, als ob die Entwicklung der Brut in den *Dendroctonus*-infizierten Stämmen keinen günstigen Verlauf genommen hätte: beim Ab- und Aufbrechen der Borke konnten keine Larven gefunden werden. Zwecks genauerer Nachprüfung wurden am 24. Januar 1952 von einer solchen brandgeschädigten und infizierten Kiefer sowie in 2 km Entfernung von einem anderen Baum, der gleichzeitig mit der Brandkiefer, aber im gesunden Zustand befallen worden war, je ein Stammstück entnommen und in der rund 1700 m tiefer gelegenen, wesentlich wärmeren Guatemala-Ciudad bis zum 28. Februar im Garten aufbewahrt; bis dahin hatten sich die Larven, die bei der Entnahme der Stücke ziemlich ausgewachsen waren, fast sämtlich zu Jungkäfern entwickelt. Eine an dem letztgenannten Tage vorgenommene Untersuchung ergab:

| | Untersuchte Rindenfläche qcm | Dicke der Rinde mm | Gesamtlänge der Muttergänge auf dieser Rindenfläche | Gefundene Puppen | Jungkäfer |
|---|---|---|---|---|---|
| brandgeschädigte Kiefer | 500 | 7–13 | 150 | 2 | 2 |
| gesundbefallene Kiefer | 500 | 12–20 | 148 | – | 22 |

Die untersuchten Rindenflächen waren gleich, ebenfalls die Gesamtlänge der auf ihnen vorhandenen Muttergänge, also die Besiedlungsdichte. Unterschiedlich war die Dicke der Rinde; doch dürfte auch die dünnere Rinde der Brandkiefer mit 7–13 mm Dicke an sich für eine hinlängliche Entwicklung der Brut ausreichend gewesen sein (vgl. S. 30). Es fanden sich in der Brandkiefer nur 4 Puppen und Jungkäfer auf 500 qcm gegenüber 22 Jungkäfern in der gesund befallenen Kiefer. Die Produktion der gesund befallenen Kiefer betrug also 550 % derjenigen der Brandkiefer. (Auch die Produktion in dem gesundbefallenen Baum war sehr gering; vergleiche die Zahlen auf S. 30.) Legt man die mittlere Länge eines Mutterganges mit 75 cm zugrunde, so enthielten die beiden Rindenproben je 2 vollständige Muttergänge oder die Nachkommenschaft von je 2 Elternpaaren, also von 4 Altkäfern: dann ist in der Brandkiefer die Populationsdichte bis zu diesem Stadium gleich geblieben, in der gesund befallenen Kiefer hat sie sich auf das 5,5fache erhöht. Unter der Rinde der Brandkiefer, zwischen den *Dendroctonus*-Gängen, fanden sich zahlreiche halberwachsene Cerambycidenlarven, in der Probe aus der gesund befallenen Kiefer nur eine sehr junge Larve eines Bockkäfers. Die Brandkiefer ist demnach früher in ein für Cerambycidenbefall geeignetes Stadium eingetreten als der gesund von *Dendroctonus* infizierte Baum. Die Entwicklungsbedingungen für die Brut waren in der Brandkiefer offenbar schlechter als in der anderen, wobei in diesem Fall dahingestellt bleiben muß, ob hierfür die Änderung der ernährungsphysiologischen Beschaffenheit der Rinde infolge des vorangegangenen Brandschadens oder infolge der zusätzlichen Tätigkeit der Cerambycidenlarven, oder die Konkurrenz dieser Bockkäferlarven verantwortlich war.

Ein weitere Untersuchung wurde derart ausgeführt, daß am 11. und 12. März 1952 von vier verschiedenen Stellen Stamm- und Rindenstücke *Dendroctonus*-infizierter Kiefern eingesammelt und am 14. und 15. März auf ihren Befall analysiert wurden. Die vier Herkunftsorte waren die Brandfläche am Cerro Quemado (zweites Beispiel S. 17), die Versuchsstelle auf dem Berge El Baúl (erste Untersuchung S. 14) und zwei Stellen bei Las Trojadas (zweite Untersuchung S. 15). Es ergab sich folgendes:

Die Höhe der Nachkommenschaft, bezogen auf 100 qcm Rindenfläche oder auf 100 cm Muttergang, lag auf der Brandfläche am Cerro Quemado sowie auf den beiden Versuchsflächen bei Las Trojadas in derselben Größenordnung (der Versuchsbaum am El Baúl, der eine wesentlich geringere Nachkommenproduktion aufwies, soll hier zunächst außer Betracht bleiben). Hinsichtlich des Ausmaßes der Produktion war also die Brandfläche offensichtlich nicht benachteiligt. Doch ist auf ihr die Entwicklung der Nachkommenschaft anscheinend wesentlich langsamer verlaufen als in Las Trojadas: hier waren zur Zeit der Untersuchung schon viele Jungkäfer vorhanden und nur mehr 19 % der Nachkommenschaft im Larvenstadium; demgegenüber wiesen die Brandkiefern noch keine Jungkäfer auf und 54 % waren Larven. Da sowohl der Waldbrand am Cerro Quemado als auch die Fällung bei Las Trojadas, welche den Befall veranlaßte, im April 1951 erfolgte, darf unterstellt werden,

| Ort | Untersuchte Rindenfläche qcm | größte Dicke der Rinde mm | Gesamtlänge der Muttergänge cm | Larven | Puppen | gefundene Jungkäfer | Sonstiges | Muttergänge auf 100 qcm | Nachkommenschaft je 100 qcm | Nachkommenschaft je 100 cm Muttergang |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Brandfläche | 144 | 10 | 36 | 2 | 17 | – | (1 Larve parasitiert) | 25 | 13 | 53 |
| Cerro Quemado | 152 | 22 | 56 | 20 | 2 | – | 1 kl. Coleopteren-Larve | 37 | 14 | 39 |
| Versuchsbaum El Baúl | 280 | 11 | 101 | 11 | 2 | – | | 36 | 5 | 13 |
| Las Trojadas I | 216 | 6 | 55 | 8 | 11 | 3 | | 25 | 10 | 40 |
| | 220 | 20 | 48 | 5 | 5 | – | 1 Cleriden-Larve | 22 | 5 | 21 |
| Las Trojadas II | 145 | 11 | 47 | – | 28 | 8 | | 32 | 25 | 77 |
| | 255 | 17 | 85 | 6 | 16 | 12 | 1 Cleriden-Larve | 33 | 13 | 40 |

daß die Kiefern an beiden Orten ungefähr zur gleichen Zeit infiziert wurden. Die Brandfläche am Cerro Quemado lag mit 2700 m Höhe rund 500 m tiefer als die Beobachtungsflächen bei Las Trojadas mit 3200 m; auf jener werden also die Durchschnittstemperaturen des Jahres höher gewesen sein als auf diesen. Wenn trotzdem die Entwicklung der Nachkommenschaft beträchtlich langsamer verlief, liegt der Verdacht nahe, daß andere Momente, hier das schnellere Ungünstigwerden des Nährsubstrats, von Bedeutung waren.

Die durchgeführten Untersuchungen ergaben also Hinweise dafür, daß feuergeschädigte Kiefern, die von *D. adjunctus* befallen werden, für die Entwicklung seiner Brut kein derart günstiges Substrat abgeben wie gesund infizierte Stämme. Ist dies der Fall, verzögert sich die Entwicklung in Brandkiefern, tritt hohe Mortalität ein, so dürften feuergeschädigte Stämme kaum zu einer Erhöhung der Populationsdichte beitragen. Dann wären Waldbrände nicht als wesentliche Faktoren für die Auslösung von *adjunctus*-Gradationen anzusehen – wie es auch für *D. brevicomis* in Nordamerika festgestellt wurde. Doch reichen die bisherigen Befunde nicht aus, um ein endgültiges Urteil in dieser Hinsicht zuzulassen.

Aus der letzten Zahlenzusammenstellung (S. 19) ergeben sich noch einige weitere Fragen, auf die zumindest hingewiesen sein soll. Da ist einmal die auffallend geringe Nachkommenproduktion im Versuchsstamm am El Baúl; im Gegensatz zu den anderen Kiefern, die vermutlich im April oder Mai befallen wurden, setzte an ihm die Infektion im September ein, also zu Beginn der Trockenzeit; es wäre möglich, daß die Bastschicht schneller austrocknete als bei den zu Anfang der Regenzeit befallenen Stämmen, und daß sie infolgedessen bald in einen für die Brut ungünstigen Zustand geriet; dann wäre ein interessanter Zusammenhang zwischen Entwicklung bzw. Mortalität der Brut und Befallstermin gegeben. Weiterhin fällt auf, daß jeweils am selben Stamm unter dünner Rinde die Entwicklung der Brut weiter fortgeschritten war als unter dicker; man könnte an eine größere Erwärmung der Bastschicht in dünner Rinde denken. Unter dünner Rinde war aber auch jeweils die Nachkommenproduktion höher als unter dicker; man hätte eher das Gegenteil erwartet, weil die dünne Rinde geringeren Schutz gegen tödliche Insolation bietet. Unter dicker Rinde fanden sich Cleriden und andere Käfer-Larven; mag sein, daß sie für eine höhere Mortalität der Brut verantwortlich waren.

Ungeklärt ist schließlich die Rolle, welche *Dendroctonus valens* bei der Entstehung von Befall durch *D. adjunctus* spielt. Häufig wurde in infizierten Kiefern am Stammfuß gleichzeitig *D. valens* gefunden.

An einem Befallsort bei Momostenango wurde am 10. September 1951 festgestellt, daß an 20 untersuchten Kiefern 8 gleichzeitigen Befall von *D. adjunctus* und *D. valens* aufwiesen, 2 schwach von *D. adjunctus* allein, 1 von *D. valens* allein befallen und 9 ohne jeglichen Käferbesatz waren. Die Koppelung der *Dendroctonus*-Arten ist auffallend.

Es schien zuweilen so, als ob der Befall von *D. valens* etwas älter sei als der von *D. adjunctus*. Ob die beiden Arten lediglich dem gleichen, anlockenden Reiz unabhängig voneinander folgten, oder ob *D. valens* in solchen Fällen als Wegbereiter des *D. adjunctus* anzusehen ist, sei es, daß er den Wirtsbaum schwächt, sei es, daß seine Tätigkeit und der entstehende Harzausfluß die andere Art anlocken, muß vorläufig dahingestellt bleiben.

Die weitaus wichtigste Rolle bei der Entstehung von Neubefall spielten im Jahre 1951 zweifellos vorangegangene Fällungen. Schätzungsweise 90 % der in diesem Jahr beobachteten neuen Infektionsorte entstanden im Anschluß an Hiebe, die im Frühjahr ausgeführt waren. Demgegenüber traten andere, für die Auslösung von Neuinfektionen vielleicht maßgebliche Faktoren ganz in den Hintergrund.

Es bleibt übrig, die Frage nach den *Kausalzusammenhängen* zu stellen. Weshalb locken frischgefällte Kiefern die Käfer an, gehen diese aber in benachbarte gesunde Bäume? Wie kann man diese augenfällige Primär-Aggressivität der Art mit dem Befall brandgeschädigter und vielleicht auch auf-

geasteter oder durch *Dendroctonus valens* befallener Stämme in Übereinstimmung bringen? Gesicherte Antworten auf diese Frage können nur eingehende Experimentaluntersuchungen bringen. Solange diese nicht vorliegen, läßt sich lediglich auf Grund von Indizien eine Arbeitshypothese aufstellen.

Ausgangspunkt des Indizienweges ist die Annahme, daß die Junglarven von *D. adjunctus* – im Gegensatz zu denen der Ipiden, die vorwiegend in sichtbar geschwächten oder gefällten Stämmen leben – zu ihrer Entwicklung ein nahezu gesundes Wirtsgewebe benötigen. Die ältere Larve braucht es nicht mehr; sie dringt in der Regel in die trockene Außenrinde ein. Daß die Junglarve annähernd vollvitales Wirtsgewebe benötigt, läßt sich aus folgenden Tatsachen schließen: 1. Der Käfer, der zur Fortpflanzung schreiten will, greift gesunde Bäume an und hat, wie der Augenschein lehrt, einen erheblichen Kampf auszufechten, um des Widerstandes der Kiefer, der gegen ihn andrängenden Harzmassen Herr zu werden; er würde es, anthropomorph gesprochen, einfacher haben, wenn er seine Brut – wie die Ipiden – in weniger oder nicht harzende, liegende Stämme ablegte. 2. Die Muttergänge werden – immer im Vergleich zu den Ipiden – in verhältnismäßig weitem Abstand voneinander gefertigt, die Besiedelungsdichte ist gering; je weniger Muttergänge den Bast durchschneiden, um so länger bleibt er in annähernd gesundem Zustand. 3. Die Eier werden in weiten Abständen voneinander abgelegt; auf 10 cm Ganglänge entfallen bei *D. adjunctus* 16 bis 19, bei den etwa gleichgroßen *Ips interstitialis* Eichh. und *Ips concinnus* Mann. etwa 40 bzw. 75 Eier; je weiter die beginnenden Larvengänge auseinander liegen, um so mehr haben die Larven die Möglichkeit, in einigermaßen frischem Gewebe zu bohren. 4. Die Gänge der Junglarven sind auffallend kurz; es hat den Anschein, als ob die Junglarven mehr von dem zuströmenden Saft als von der Bastsubstanz lebten. 5. In brandgeschädigten Kiefern, die schneller austrockneten als gesund befallene, war anscheinend die Sterblichkeit der Larven besonders hoch oder ihre Entwicklung verzögert.

Auch der Black Hills Beetle, *Dendroctonus ponderosae* Hopk., „requires fresh phloem, or the inner bark of living trees, for development of its broods" (Beal 1939, p. 7).

Wenn die Junglarven zur Entwicklung gesunder oder nahezu gesunder Wirtssubstanz bedürfen, müssen die Käfer zur Erhaltung der Art ihre Eier in gesunde Stämme ablegen. Gesunde Stämme aber wehren sich; sichtbares Zeichen des Widerstandes ist der Harzausfluß. Ein Käfer oder wenige Käfer vermögen diesen Widerstand nicht zu brechen; eine gewisse Anzahl angreifender Käfer ist notwendig, um das Harzvermögen des Baumes so aufzuspalten, daß für jeden Eindringenden ein gerade erträgliches Maß bleibt (vgl. Schwerdtfeger 1955). Zu groß darf wiederum die Zahl der eindringenden Käfer nicht sein, weil sonst der Baum zu schnell abstirbt und die Junglarven keine geeigneten Entwicklungsbedingungen mehr vorfinden. Es ist also ein Ausgleich notwendig zwischen den ernährungsphysiologischen Anforderungen der Junglarven und den Möglichkeiten der Käfer, den Widerstand des Wirtsbaumes zu überwinden.

Die Konzentration einer hinreichenden Anzahl von Käfern auf einen Wirtsbaum kann nur durch eine sinnesphysiologische Einwirkung erfolgen. Als Reiz ist vielfach in solchen Fällen – beispielsweise bei der Ansammlung von Ipiden an gefällten Stämmen – der Geruch wirksam; wahrscheinlich ist ein Geruchsreiz auch der Faktor, welcher die Konzentration der *Dendroctonus*-Käfer bewirkt. Er würde seinen Zweck nicht erfüllen, wenn er von gesunden

Stämmen ausginge, da normalerweise alle oder die meisten Glieder eines Bestandes gesund sind. Er muß von einer Ausnahmeerscheinung ausgehen; das ist in unserem Falle der gefällte Stamm, im nichtgenutzten Urwald vermutlich der vom Sturm gebrochene Baum. Weshalb ausgerechnet der liegende Stamm als Träger des Lockreizes dient, ist vorläufig nicht zu sagen. Vielleicht ist weniger der liegende Stamm als solcher von Bedeutung als eine bestimmte Art von Verletzungen oder Veränderungen in ihm.

Unter diesem Gesichtspunkt lassen sich auch die Beobachtungen über den Befall aufgeasteter, brandgeschädigter oder von *Dendroctonus valens* besetzter Kiefern in den Gedankengang einreihen. Die feuergeschädigte Kiefer hat innere Zerreißungen und Verletzungen erlitten, sie läßt häufig aus Rindenrissen Harz austreten; vielleicht bildet sich hier die gleiche anlockende Duftquelle wie beim gefällten Stamm. Ähnliche Geruchsreize mögen beim Aufasten der Bäume oder beim Befall des Stammes durch *D. valens* oder auch infolge sonstiger Verletzungen entstehen. Sie führen die Konzentration der Käfer an diesen Stämmen herbei; die Stämme werden befallen, da Aufastung und *valens*-Infektion ihre Vitalität kaum herabgesetzt haben; unter den brandgeschädigten werden die vitalsten ausgesucht. Wie dies geschieht, entzieht sich unserer Kenntnis; beim Aufsuchen gesunder Stämme im Duftkreis gefällter mag der Gesichtssinn eine Rolle spielen, der auf stehende, nicht auf liegende Stämme eingestellt ist.

Wahrscheinlich ist auch, daß der Befall von *Dendroctonus adjunctus* selbst einen Lockreiz ausübt, daß also der zunächst von einer kleinen Zahl von Käfern angeflogene, sich wehrende Stamm selbsttätig weitere Käfer anlockt.

Nach Blackman (1931) ist dies bei *Dendroctonus ponderosae* Hopk. der Fall: „After a living tree has once been attacked by several beetles, their presence acts as an attraction to others and if a sufficient number of beetles are in flight the bark is fully occupied within a few days and the tree is doomed" (p. 12). Der stehende Baum der „Ersten Beobachtung" (Seite 13), auf den sich ein Angriff von *D. adjunctus* konzentriert hatte, weil er im Duftbereich eines an seinem Stammfuß liegenden, gefällten Stammes war, wies zunächst relativ wenige Einbohrungen auf. Der gefällte Stamm wurde dann abgefahren, die erste anlockende Duftquelle wurde also entfernt. Trotzdem vermehrte sich in der Folgezeit die Zahl der Einbohrungen noch stark.

### b. Örtlicher Verlauf der Gradation

Ist durch Konzentration einer hinreichenden Zahl von Käfern an einem bestimmten Ort die Infektion eines Baumes oder mehrerer Bäume geglückt, so läuft die Gradation nahezu gesetzmäßig weiter. Für die Jungkäfer, welche ihre Entwicklung in den befallenen Kiefern beendet haben und ausfliegen, bestehen zwei Möglichkeiten: Entweder ist in einiger, aber noch wirksamer Entfernung eine neue anlockende Duftquelle entstanden, etwa durch eine frische Fällung; dann werden sie dem Geruchsreiz folgen und den bisherigen Infektionsort verlassen; örtlich ist damit die Gradation beendet. Oder sie bleiben beim Fehlen eines fortlockenden Reizes an Ort und Stelle und fliegen, ihrem Gesichtssinn folgend, die nächstbenachbarten stehenden Stämme an. Gewöhnlich werden sie deren Widerstandskraft ohne Schwierigkeit brechen können, da sie in genügender Zahl vorhanden sind.

Wenn ein Weibchen 100 Eier abgelegt hat und von diesen sich nur 20% bis zur fortpflanzungsbereiten Imago entwickelten, so entfallen auf 1 Elternpaar 20 Jungkäfer; die Populationsdichte hat sich verzehnfacht. Wenn man unterstellt, daß auch in dieser Gene-

ration dieselbe Zahl an Käfern zum erfolgreichen Befall eines Baumes notwendig ist wie in der vorigen, so genügt ein Zehntel der vorhandenen Jungkäfer, um einen benachbarten Stamm zu überwältigen.

Die Gradation läuft also weiter. In der Regel werden in diesem Stadium wegen des großen Angebots an Jungkäfern mehr Stämme befallen als bei der Erstinfektion; der Befallsort weitet sich aus.

An einer Befallsstelle bei Momostenango wurden in den ersten Monaten des Jahres 1951 drei befallene Kiefern festgestellt, deren Infektion offenbar im Jahre zuvor erfolgt war. Im Lauf des Frühjahrs und Sommers wurden 10 weitere Kiefern befallen.

Die Ausweitung des Befallsortes hält aber nicht lange an. In den folgenden Generationen treten Gegenwirkungen auf, welche die Populationsdichte des Schädlings reduzieren, so daß schließlich die Zahl der Käfer zur Überwindung weiterer gesunder Bäume nicht mehr ausreicht. Der Befall erlischt.

Wohl am auffälligsten in der Sierra María Tecúm sind allenthalben Befallshorste zu sehen, die inmitten gesunder Bäume schon seit langem abgestorben sind und erkennen lassen, daß die Gradation hier sich örtlich entwickelte und dann zum Stillstand kam. Ähnliche Bilder sah ich am Volcán de Tajumulco nahe der Baumgrenze und an anderen Orten. Auch Becker weist darauf hin, daß immer wieder in den Naturwäldern Guatemalas die *Dendroctonus*-Gradationen in einem meist kleineren Teilgebiet zum Stillstand gekommen seien, ohne daß der Mensch etwas dazu getan hätte (1952, S. 204).

Sehr häufig läßt sich bei näherer Betrachtung der Rinde altbefallener Kiefern feststellen, daß keine oder unverhältnismäßig wenig Ausbohrlöcher von Jungkäfern vorhanden sind; offenbar ist die Produktion des Baumes an Jungkäfern sehr gering, die Mortalität der Nachkommenschaft außerordentlich hoch gewesen.

Becker konnte feststellen, daß „in der Regel der Fortpflanzungsindex von Jahr zu Jahr sinkt. Beträgt er beispielsweise anfangs 20, d. h. kommen auf ein Elternpaar 20 ausfliegende Jungkäfer, so sinkt diese Zahl später auf durchschnittlich etwa 2 bis 3, ja schließlich, wie ein Teil der Stämme zeigt, unter 1, d. h. die Käferzahl wächst nicht mehr von Generation zu Generation, sondern nimmt nach einiger Zeit wieder mehr oder weniger rasch ab. Diese Erscheinung – wiederholte sich auf allen daraufhin untersuchten Schadflächen" (1952, S. 204).

Als Ursachen für das örtliche Erlöschen eines Käferbefalls kommen in Frage:

1. *Abwanderung* infolge Vorhandenseins einer lockenden Duftquelle in einiger Entfernung; darauf wurde schon oben hingewiesen. Die Abwanderung bringt nur eine örtliche Entlastung, mindert aber nicht die Populationsdichte in einem größeren Gebiet.

2. *Verzettelung des Angriffs* der anfliegenden Käfer. Wenn die Jungkäfer aus irgendwelchen Ursachen nur zögernd und in langen Abständen ihre Brutstätten verlassen und entsprechend nur jeweils in geringer Zahl neue Stämme zu befallen versuchen, so werden sich diese ihrer erwehren können. Die Käfer werden von der Fortpflanzung ausgeschlossen. In dieser Beziehung sind wahrscheinlich die jeweiligen Wetterbedingungen von hervorragender Bedeutung, die je nach ihrer Gunst oder Ungunst ein geballtes Ausschlüpfen der Jungkäfer und einen entsprechend massierten Angriff auf neue Stämme oder aber ein sich über lange Zeiträume hinziehendes, sehr allmähliches Ausreifen der Imagines bewirken können. Darauf wird noch einmal zurückzukommen sein.

3. *Ungeeignete Ernährungsverhältnisse für die Junglarven.* Diesem Faktor messe ich eine ausschlaggebende Bedeutung bei. Wenn die Junglarven zur Entwicklung nahezu gesundes Wirtsgewebe benötigen, andererseits die Käfer in einer gewissen Zahl angreifen müssen, um den Widerstand des Baumes zu überwinden, dann ist sozusagen nur eine sehr schmale Zone günstiger Er-

nährungsverhältnisse für die Junglarven vorhanden; greifen zu viele Käfer an, so wird der Baum zu schnell getötet und der Bast gerät zu rasch in einen für die Ernährung der Junglarven ungeeigneten Zustand; greifen zu wenig Käfer an, so kommt es gar nicht zur Eiablage. Der günstigste Fall liegt vor, wenn die Zahl der anfliegenden Käfer soeben zur Überwältigung des Stammes ausreicht; er mag häufig am Beginn einer örtlichen Gradation gegeben sein. Steigt in den folgenden Generationen die Populationsdichte am Befallsort, so erhöht sich die Gefahr, daß der einzelne Stamm einen für die Entwicklung der Junglarven zu dichten Besatz erhält. Eine Vermehrung der Käferpopulation an einem bestimmten Ort bringt also zwangsläufig die Möglichkeit einer stärkeren Mortalität der Nachkommenschaft mit sich. Ein solcher Mechanismus mag allein zur Auslöschung eines Befalls genügen. In der Regel aber werden andere Faktoren hemmend oder fördernd mitwirken.

4. *Wetterbedingungen* spielen in dieser Hinsicht zweifellos eine große Rolle. Im einzelnen müssen hier spezielle Untersuchungen noch die Zusammenhänge klären. Es ist anzunehmen, daß das Wetter vor allem in zweierlei Hinsicht wirksam wird: Erstens beim Ausflug bzw. beim Angriff der Jungkäfer, worauf oben schon hingewiesen wurde; günstiges Wetter wird beides konzentrieren und den angeflogenen Baum rasch zu Fall kommen lassen; ungünstiges Wetter mag das Ausfliegen der Käfer verzetteln und den Angriff vieler Individuen unwirksam machen. Zweitens ist denkbar, daß Trockenheit und Wärme den überwundenen Stamm zu schnell austrocknen lassen, so daß sich die Ernährungsverhältnisse für die Junglarven zu rasch verschlechtern. Vielleicht ist hier die Erklärung für die Tatsache zu finden, daß *Dendroctonus*-Schäden in Guatemala fast ausschließlich in klimatisch ungünstig erscheinenden Gebieten, den kühlen und feuchten Hochlagen der Gebirge auftreten. In den tiefen, wärmeren und vielfach auch trockeneren Lagen setzt möglicherweise das Abwelken des befallenen Stammes zu frühzeitig ein.

Hopkins stellte schon 1912 im Hinblick auf die Entwicklung der primären *Dendroctonus*-Arten fest: „exceptionally dry seasons are more unfavorable for the development of the beetles than are moderately humid ones" (p. 7). Nach Blackman (1931) wird den jungen Larven von *D. ponderosae* Hopk. häufig eine Veränderung der inneren Rinde, die als „souring of the sap" bezeichnet wird, verderblich, namentlich in gefällten Stämmen, aber auch in stehenden bei besonders dichtem Besatz; die Brut gedieh in regenreichen Jahren, in denen der Rinde ausgiebig Feuchtigkeit zugeführt wurde, besser als in trockenen.

5. *Feinde* aus der belebten Umwelt. Als solche kommen in erster Linie parasitische und räuberische Insekten sowie insektenfressende Vögel in Frage. Über die Bedeutung dieser Gegenspieler für den Massenwechsel von *Dendroctonus* läßt sich noch kein abschließendes Urteil bilden.

Becker hat eine Anzahl räuberischer und parasitischer Insekten, die er unter der Stammrinde *Dendroctonus*-befallener Kiefern fand, geschildert (1954, S. 52–57) und ist der Ansicht, daß namentlich die episitischen Cleriden und Temnochiliden sich in besonderem Umfang als Vertilger der Borkenkäfer und ihrer Brut betätigen. Sie hätten einen entscheidenden Anteil am Zusammenbruch der Gradationen (1952, S. 208); deren Ende sei durch biotische Einflüsse bedingt (1952, S. 206). Ich hatte während der Zeit meiner Beobachtungen nicht den Eindruck, daß die Feinde aus der belebten Umwelt eine wesentliche Rolle bei der Beendigung einer örtlichen Gradation spielen. Soweit sie den außerhalb der schützenden Rinde befindlichen, fliegenden oder kriechenden Käfer angreifen (*Cleridae,* Vögel), ist die Zeit, die ihnen für die Ausübung ihrer Tätigkeit zur Verfügung steht, eine sehr kurze. Ist der Käfer

in die Rinde eingedrungen, so bildet zunächst der einsetzende Harzausfluß ein Hemmnis, das wohl nur wenige der sonst unter der Rinde anzutreffenden räuberischen und parasitischen Insektenarten zu überwinden vermögen. Erst wenn die Harzfähigkeit des Baumes erlischt, werden die Bedingungen für Räuber und Parasiten günstiger, aber auch dann ist die Eigenart von *Dendroctonus*, die Muttergänge fest mit Bohrmehl zu verstopfen, sicherlich ein Hindernis für viele Feinde. Die meisten räuberischen Arten fand ich, wenn sich der Zusammenhalt zwischen Rinde und Splint schon gelokkert hatte; dann war aber auch meist die Entwicklung des *Dendroctonus* dem Abschluß nahe oder beendet, und die Räuber befaßten sich vorzugsweise mit der Successionsfauna.

*Abb. 14.* Von *Dendroctonus* befallener Stamm von *Pinus rudis* mit zahlreichen Spechteinhieben. Sierra María Tecúm. 3200 m. 24. 1. 1952

Zwei zahlenmäßig erfaßte Beispiele für den Einfluß räuberischer Tiere auf die Populationsdichte von *Dendroctonus adjunctus* mögen hier mitgeteilt werden:

In der Sierra María Tecúm fand ich am 24. Januar 1952 einen stehenden, befallenen Stamm, dessen Rinde stellenweise im oberen Stammteil, wo sie dünn war, stark von einem Specht bearbeitet war (Abb. 14). An einem Stammstück, dessen Rinde, in gleicher Höhe, auf der einen Seite sehr viele, auf der anderen keine Spechteinhiebe aufwies, stellte ich die Zahl der noch vorhandenen Altlarven, Puppen und soeben geschlüpften Jungkäfer fest: es fanden sich unter unversehrter Rinde 14 Tiere je 100 qcm, unter Rinde, die stark vom Specht bearbeitet war, 5 Tiere, unter solcher, die weniger stark bearbeitet war, 7 Tiere je 100 qcm. Wenn man voraussetzt, daß die Nachkommenschaft in den drei untersuchten Stammsektoren ursprünglich einigermaßen gleich war – was angenommen werden darf, da die Dichte der Muttergänge keine nennenswerten Unterschiede aufwies – so hat die Tätigkeit der Spechte eine Reduktion der Nachkommenzahl um 50 bis 65 % bewirkt. Das ist beachtlich; doch findet man derart intensiv vom Specht bearbeitete Stammstücke selten.

Hinsichtlich der Wirksamkeit von Cleriden-Larven ergaben Auszählungen an zwei Rindenproben aus verschiedenen Höhen desselben Stammes – aus Teilen, die keine Spechteinhiebe aufwiesen – auf je 500 qcm Rindenfläche:

| | Gesamtlänge der vorhandenen Muttergänge cm | Zahl der Altlarven und Puppen | Zahl der Cleriden-Larven |
|---|---|---|---|
| 1. Probe | 140 | 100 | 3 |
| 2. Probe | 165 | 81 | 0 |

Die Dichte der Muttergänge war auf beiden Rindenstücken ungefähr gleich; Cleridenlarven fanden sich nur in der ersten Probe: in dieser war die Zahl der Altlarven und Puppen größer als in der anderen Probe, die keine Raubinsekten aufwies. Bei der 1. Probe handelte es sich um dicke Borke; die Altlarven und Puppen saßen sämtlich inmitten der Borke; von insgesamt 11 (auf 1730 qcm Rindenfläche) gefundenen Cleriden-Larven befanden sich 7 zwischen Rinde und Holz, also dort, wo keine *Dendroctonus*-Brut war, und stellten hier offenbar Cerambyciden- und Dipteren-Larven nach. In der 2. Probe war die Dicke der Rinde geringer, ein Teil der Altlarven und Puppen fand sich auch zwischen Rinde und Holz; es waren aber keine Cleriden-Larven anzutreffen.

In einer Stammrolle, die zur Beobachtung der Puppenentwicklung eine Zeitlang in einem Zuchtkäfig aufbewahrt worden war, fand sich eine Anzahl Puppen besetzt und offenbar abgetötet von Milben, die der Art *Pediculoides ventricosus* (Newp.) Berl. angehörten (Abb. 15). Es handelt sich um dieselbe Art, die zuvor im Zuchtraum an *Pissodes guatemaltecus* Voß beobachtet worden war (Schwerdtfeger 1954). Es ist denkbar, daß die Infektion der *Dendroctonus*-Puppen von diesem früheren Befall herrührt; eine Aussage, inwieweit Milben sich als Feinde der *Dendroctonus*-Brut auch im Freiland betätigen, ist natürlich nicht möglich.

*Abb. 15.* Puppen von *D. adjunctus*, besetzt und anscheinend abgetötet von Milben der Art *Pediculoides ventricosus*. Vergr. 10/1

Der natürliche Zusammenbruch einer örtlichen Gradation kann aufgehalten oder verhindert werden, wenn sozusagen das erlöschende Feuer wieder neu angefacht wird, etwa durch Fällungen in der Nachbarschaft der Befallsstelle. Dann erfolgt aus dem bisherigen Befallsort und aus der weiteren Umgebung erneut eine Konzentration der Käfer, die Gradation setzt zu einem neuen Anstieg ein.

Auf solches wiederholtes oder ständiges Wiederaufflackern der Gradation sind sicherlich die ausgedehnten Schadflächen in den Altos Cuchumatanes oder an den Hängen der höheren Vulkane zurückzuführen. Eine wichtige und verhängnisvolle Rolle hat dabei vermutlich der hier übliche Weidebetrieb gespielt; die das Vieh hütenden Indianer haben immer wieder zu Brenn- und sonstigen Zwecken Bäume gehauen, das Benötigte entnommen, das Übrige liegen gelassen und damit laufend neue Infektionsherde geschaffen. Aber auch dort, wo keine Waldweide ausgeübt wird, haben die ständig durchgeführten, unvernünftigen Einzelhiebe und sonstige Mißhandlungen des Waldes stets Anlaß zu örtlichen Massenvermehrungen gegeben oder schon bestehende Gradationen nicht zu ihrem natürlichen Ende kommen lassen.

Da die Mißhandlung des Waldes durch den Indianer nicht aus jüngster Zeit datiert, er vielmehr den Wald schon seit jeher, ohne Sinn für pflegliche Behandlung, lediglich als Ausbeutungsobjekt betrachtet und schon immer ungeregelte Hiebe ausgeführt hat, bin ich zu der oben geäußerten Ansicht gelangt, daß die *Dendroctonus*-Schäden so alt sind wie die Tätigkeit des Menschen im guatemaltekischen Kiefernwalde.

## 4. Vorbeugung und Bekämpfung der *Dendroctonus*-Schäden

Alvarado (1939, p. 188) spricht die Befürchtung aus, daß die *Dendroctonus*-Schäden sich ausbreiten und auf weitere Gebiete übergreifen können. Alle Beobachtungen lassen jedoch erkennen, daß ein Massenauftreten von *D. adjunctus* an bestimmte Höhenlagen, an bestimmte Klimabedingungen gebunden ist. Da die Schäden schon sehr lange andauern und bisher fast nirgends Maßnahmen gegen sie ergriffen wurden, darf angenommen werden, daß alle für ein Massenvorkommen geeigneten Gebiete auch von *Dendroctonus* erfaßt sind. Mit einem Übergreifen auf andere Gebiete als diejenigen, in denen bisher schon Schäden beobachtet wurden, ist somit nicht zu rechnen. Abwehrmaßnahmen brauchen nur in den schon bekannten Schadgebieten durchgeführt zu werden, d. h. in den Höhenlagen von 2400 m bis zur Baumgrenze, besonders zwischen 2800 und 3400 m, dort, wo *Pinus rudis* wächst.

Die nachstehend geschilderten Maßnahmen zur Vorbeugung und Bekämpfung der *Dendroctonus*-Schäden, die der Regierung von Guatemala empfohlen wurden (Schwerdtfeger 1955), gehen vom Gesichtspunkt des Forstschutzes aus. Es darf aber nicht verkannt werden, daß Voraussetzung für ihre Durchführung und für ihr Gelingen eine einigermaßen geregelte Forstwirtschaft ist, die bisher in Guatemala nicht besteht. Insbesondere wird es notwendig sein, in der Bevölkerung und namentlich in ihrem indianischen Anteil das Empfinden für eine pflegliche Behandlung der dahinschwindenden Wälder zu wecken. Das ist eine forstpolitische Aufgabe.

### a. Vorbeugungsmaßnahmen

Vorbeugende Maßnahmen, d. h. solche, die von vornherein die Entstehung eines *Dendroctonus*-Befalls auszuschließen bezwecken, können in zweifacher Weise gehandhabt werden:

Stark geschädigt wird nach den bisherigen Beobachtungen allein *Pinus rudis*. *Vermeiden des Anbaus der gefährdeten Holzart,* wo immer es möglich ist, kann die Waldflächen, auf denen *Dendroctonus*-Schäden aufzutreten vermögen, stark verkleinern. Man wird allerdings nicht überall an Stelle der *P. rudis* eine andere heimische Holzart verwenden können, da sie die einzige ist, welche in den höheren Lagen bis zur Baumgrenze zu wachsen vermag. Doch wird sie sich bis zu 3100 m Höhe, also bis weit in das Hauptschadgebiet hinein, auf vielen Stellen durch *Pinus ayacahuite* oder *P. pseudostrobus* ersetzen lassen. An manchen Stellen wird man auch statt ihrer Zypressen verwenden können. Auf jeden Fall sollte man bei Wiederaufforstungen an allen Orten, wo andere, wirtschaftlich brauchbare Holzarten zu gedeihen vermögen, auf die höchstgefährdete *Pinus rudis* verzichten, zumal ihr auch waldbaulich und holztechnologisch die anderen Kiefernarten nicht nachzustehen scheinen.

In Höhenlagen über 3100 m werden andere heimische Holzarten nicht mit Aussicht auf wirtschaftlichen Erfolg anzubauen sein. Es bleibt die Frage zu klären, ob man hier möglicherweise zu findende resistente Rassen der *Pinus rudis* (siehe Seite 11) oder ausländische Koniferen-Arten etwa aus Mexiko oder den Vereinigten Staaten, welche gegenüber *Dendroctonus* nicht anfällig sind, verwenden kann.

Der zweite Weg der Vorbeugung besteht in der *Vermeidung der Anlockung und Konzentration der Käfer.* Neubefall stehender Stämme entsteht, wenn die Käfer dem von frischgefällten oder auch von verletzten Bäumen ausgehenden Geruchsreiz folgen und sich an solchen Stellen zu Massen ansammeln. Wie weit Verletzungen, insbesondere Aufastungen, eine wesent-

liche Rolle bei der Entstehung von *Dendroctonus*-Schäden spielen, bleibt noch nachzuprüfen. Weitaus der meiste Neubefall entstand im Beobachtungsjahr 1951 in Zusammenhang mit frischen Hieben. Hiebe sind auch in einer geregelten Forstwirtschaft nicht zu vermeiden, sondern notwendig. Doch lassen sie sich in einer Weise handhaben, die dem *Dendroctonus*-Vorkommen keinen Vorschub leistet. In den Hauptschadgebieten um 3000 m Höhe tritt während der Wintermonate ein Stillstand in der Käferentwicklung ein. Wenn die Hiebe in diese Zeit, in der kein Anflug erfolgt, d. h. in die Monate November bis März gelegt werden und bis zum Beginn der Flugzeit, etwa Anfang April, alles lockfähige Holz abgefahren ist, können sie keine Konzentration der Käfer herbeiführen. Der von den Stubben ausgehende Lockreiz kann verringert werden, indem diese so kurz wie möglich belassen und die Bäume dicht über dem Boden abgeschnitten werden.

Ob es darüber hinaus notwendig sein wird, die Stubben zu übererden, ob das Reisig eine Lockwirkung ausübt und verbrannt werden muß, ob die Lockfähigkeit der Stämme durch Entrinden herabgemindert werden kann, bleibt noch nachzuprüfen; die in dieser Hinsicht eingeleiteten Versuche brachten wegen des Stillstandes der Käferentwicklung im Winter 1951/52 keine Ergebnisse (siehe Seite 16).

### b. Erkennung des Befalls

Wo mangels oder trotz Durchführung von Vorbeugungsmaßnahmen Käferbefall aufgetreten ist, muß die unmittelbare Bekämpfung einsetzen. Voraussetzung für die Einleitung wirksamer Bekämpfungsmaßnahmen ist die rechtzeitige Erkennung des Befalls.

Bekämpfen lassen sich die Käfer und ihre Entwicklungsstadien nur in Stämmen, in denen sie noch enthalten sind; alle Bäume, in denen die Entwicklung beendet wurde und welche bereits von den Jungkäfern verlassen sind, haben keinerlei Bedeutung mehr für durchzuführende Bekämpfungsmaßnahmen.

Erstes Erkennungsmerkmal des begonnenen Käferangriffs ist das braune *Bohrmehl,* das beim Einbohren der Käfer in die äußere, tote Borke entsteht und sich auf Rindenvorsprüngen und am Stammfuß ansammelt. Da es meist in geringer Menge auftritt, wird es leicht übersehen.

Zweites Erkennungsmerkmal sind das beim Eintritt der Käfer in die lebenden Gewebe austretende Harz und die sich formenden *Harztrichter.* Sie sind bei aufmerksamer Beobachtung schon auf gewisse Entfernung hin auffällig und nicht zu übersehen. Solange die Trichter fast ausschließlich aus Harz ohne nennenswerte Einlagerung von Bohrmehl bestehen, dauert der Kampf zwischen Käfer und Widerstandskraft des Baumes an; da nicht vorauszusehen ist, wie dieser Kampf ausgeht, wird es im allgemeinen verfrüht sein, schon in diesem Stadium Bekämpfungsmaßnahmen zu ergreifen. Wenn aber das Harz mit braunem Bohrmehl gemischt ist, so ist der Kampf zugunsten des Käfers entschieden und der Befall gelungen; damit ist der Zeitpunkt zur Einleitung der Bekämpfung gekommen. Alte, vertrocknete Harztrichter am lebenden Baum weisen auf frühere, abgeschlagene Angriffe hin und indizieren keine Bekämpfungsmaßnahmen.

Drittes Erkennungsmerkmal ist das Aussehen der *Benadelung,* das im Zusammenhang mit dem Vorkommen und Zustand der Harztrichter zu bewerten ist. Harztrichter, die Bohrmehl enthalten, und grüne, frischaussehende Benadelung weisen darauf hin, daß der Befall noch jung ist; man wird in solchen Bäumen meist die Käfer bei der Eiablage finden. Das Gelb- und

Braunwerden der Nadeln läßt den Befall schon von weitem erkennen. In dem ersten Stadium des Gelbwerdens wird man unter der Rinde meist Junglarven, wenn die Nadeln rotbraun werden, dagegen Altlarven, auch Puppen und Jungkäfer antreffen. Bäume mit grau- oder schwarzbraunen Nadeln sind meist schon von den Jungkäfern verlassen.

Viertes Erkennungsmerkmal sind schließlich die *Fraßgänge* und ihre Insassen, die beim Ablösen der Rinde sichtbar werden und das Entwicklungsstadium des Befalls mit Sicherheit erkennen lassen. Da Altlarven, Puppen und Jungkäfer häufig inmitten der Borke sitzen, ist es, um sie zu finden, notwendig, die Rindenstücke quer durchzubrechen oder schichtweise aufzuschneiden.

Ein zusätzliches fünftes Erkennungsmerkmal kann weißes, aus kleinen Löchern in Rinde und Holz austretendes Bohrmehl sein, das den sicheren Tod des Baumes anzeigt. Es stammt von holzbrütenden Scolytiden und Platypodiden, welche ihre Gänge in das Holz bohren, wenn der Baum im Absterben begriffen ist.

### c. Bekämpfungsmaßnahmen

Ziel der Bekämpfung muß sein, die Brut im Stamm zu vernichten, ehe der Jungkäfer ausfliegt und neuen Schaden verursacht. Man wird dabei, je nachdem ob der Altkäfer noch bei der Eiablage oder schon ausgeflogen ist, in verschiedener Weise vorgehen müssen.

Bei der Empfehlung von Bekämpfungsmaßnahmen wurde davon ausgegangen, daß die extensive Forstwirtschaft Guatemalas – soweit man vorläufig überhaupt von einer solchen sprechen kann – sich keine kostspieligen Methoden leisten, sondern nur einfachste, billige Verfahren anwenden kann; Maßnahmen, wie das Unterlegen von Tüchern beim Entrinden befallener Bäume oder die Verwendung von Insektiziden, wie sie bei der Borkenkäferbekämpfung in Mitteleuropa üblich sind, wurden der Vollständigkeit halber erwähnt, obwohl sie höchstens in Ausnahmefällen in Frage kommen.

Sind die *Altkäfer* nach Beendigung der Eiablage *ausgeflogen* und im Stamm mehr oder weniger ausgewachsene Larven, Puppen und Jungkäfer anzutreffen, so ist der Stamm zu fällen und – am besten unter Verwendung eines Schäleisens – zu entrinden und die Rinde zu verbrennen. Soweit Larven, Puppen und Jungkäfer inmitten der Rinde sitzen, werden sie im Feuer vernichtet; soweit die Larven sich noch auf der dem Holz zugewandten Innenseite der Rinde aufhalten und beim Entrinden zu Boden fallen, sterben sie infolge von Nahrungsmangel und Austrocknung.

Zu Boden fallende Puppen und Jungkäfer gehen nach den bei anderen Arten gewonnenen Erfahrungen vermutlich in der Regel nicht zugrunde; sie können nur erfaßt werden, indem man unter die zu entrindenden Stämme große Tücher (Zeltplane) legt und nach dem Entrinden die auf den Tüchern angesammelten Rindenstücke, Puppen, Käfer usw. ins Feuer trägt; man kann auch den Boden unter dem zu entrindenden Stamm mit einem wirksamen Kontaktinsektizid auf der Grundlage von technischem Hexachlorcyclohexan bestäuben: die darauffallenden Käfer, Puppen usw. sterben infolge der Kontaktgiftwirkung. Da die Puppen und Jungkäfer von *Dendroctonus adjunctus* in der Regel inmitten der Rinde sitzen, wird man im allgemeinen ohne diese besonderen und kostspieligen Maßnahmen auskommen können.

Zu prüfen bleibt, ob nicht das Entrinden allein ohne Verbrennen der Rinde eine ausreichende Wirkung besitzt, wenn die Rindenstücke auf dem Boden ausgebreitet und der Sonnenstrahlung ausgesetzt werden; ferner, ob nicht auch das Entrinden gespart werden kann, indem man den gefällten, berindeten Stamm in die Sonne legt und, um die Strahlung auf allen Seiten wirksam werden zu lassen, nach einiger Zeit wendet. Bei *Dendroctonus brevicomis* Lec., dessen Larven wie diejenigen von *D. adjunctus* zunächst in der inneren

Bastschicht fressen und dann in die äußere Borke eindringen, fand MILLER (1931) eine hohe bis vollständige Abtötung der Brut, wenn die Temperatur in den auf dem Boden ausgebreiteten Rindenstücken 38 bis 49° C erreichte. Derartige Wärmegrade dürften unter der tropischen Sonne vermutlich ohne Schwierigkeit zu erzielen sein.

Austrocknung der Rinde allein vernichtet die Brut in diesem Stadium nicht, zumindest nicht in ausreichendem Maße. Ein Stammstück von 113 cm Länge und 9 cm Durchmesser, das mit etwa halbwüchsigen Larven von *Dendroctonus adjunctus* besetzt war, wurde Mitte September 1951 in ein Zimmer gebracht; nach 87 Tagen wurde es untersucht. Die im Mittel etwa 5 mm dicke Rinde war völlig trocken. Sie enthielt 98 Ausbohrlöcher und 17 lebende Jungkäfer, gegenüber 30 Einbohrlöchern, also ungefähr 60 Elterkäfern. Obwohl das Stammstück in Zimmertemperatur nahezu 3 Monate lang keinerlei Regen erhalten hatte und weitgehend ausgetrocknet war, hatten sich fast doppelt so viele fortpflanzungsreife Nachkommen als Elterkäfer entwickeln können.

Wenn auf die Nutzung des Holzes verzichtet und lediglich Bekämpfung des Schädlings betrieben werden soll, kann man auch die gefällten Stämme ganz verbrennen oder zumindest derart äußerlich anbrennen, daß in Rinde und Kambialschicht genügend hohe Temperaturen erreicht werden, welche Käfer und Brut abtöten.

Die letztgenannte Maßnahme ist auch anwendbar, wenn der *Altkäfer* noch *im Stamm* und bei der Eiablage ist. Nicht zu empfehlen ist dagegen dann das Entrinden des gefällten Stammes oder sein langsames Erwärmen in der Sonne: die bereits abgelegte Brut würde zwar vernichtet, der Käfer aber ausgetrieben und zum Befall eines anderen Baumes zwecks Fortführung der unterbrochenen Eiablage veranlaßt werden. Es muß also so vorgegangen werden, daß der Käfer in dem einmal befallenen Baum bleibt und seine Eiablage hier zu Ende führt, daß aber die Brut zugrunde geht. In dieser Hinsicht können noch keine erprobten Maßnahmen empfohlen, sondern nur Vorschläge gemacht werden, die auf ihre Brauchbarkeit zu prüfen bleiben.

Falls, wie oben (Seite 21) dargelegt wurde, die Junglarve auf nahezu lebendfrisches Gewebe angewiesen ist, müßte es in diesem frühen Stadium des Befalls, wenn noch keine Altlarven vorhanden sind, möglich sein, durch schnelles Austrocknenlassen des Bastes die Junglarven zum Absterben zu bringen, ohne daß der Altkäfer die Eiablage vorzeitig abbricht. Der Bast trocknet aus, wenn der stehende Stamm bis einige Zentimeter in das Holz hinein ringsum geringelt wird oder wenn man den Stamm fällt und mit der Rinde liegen läßt; die Geschwindigkeit des Trocknungsvorganges kann vermutlich beeinflußt werden dadurch, daß man die Krone am Stamm läßt, daß man den Stamm entastet oder daß man ihn außerdem in Stücke schneidet.

Am 9. Oktober 1951 wurde ein mit mittelalten Larven besetzter Stamm in der Sierra María Tecúm auf 3200 m Höhe gefällt. Am 24. Januar 1952 wurde ein Stück des liegenden Stammes entnommen und ein daneben stehender, wahrscheinlich zur gleichen Zeit infizierter Baum gefällt; von diesem wurden zwei Stammstücke herausgeschnitten. Die drei Proben wurden Anfang Februar 1952 untersucht; dabei fand sich:

| | Dicke der Rinde mm | Untersuchte Rindenfläche qcm | Gesamtlänge der Muttergänge je 100 qcm cm | Altlarven und Puppen je 100 qcm | Altlarven und Puppen je 100 cm Muttergang |
|---|---|---|---|---|---|
| stehender Stamm, unten | 10–20 | 448 | 28 | 20 | 72 |
| stehender Stamm, oben | 5–7 | 209 | 33 | 16 | 48 |
| vor 107 Tagen gefällter Stamm | 3–4 | 339 | 22 | 4 | 19 |

In dem vor 107 Tagen gefällten Stamm war der noch lebende Besatz wesentlich geringer als in dem stehengebliebenen; die Fällung scheint also die Mortalität der Nachkommenschaft beträchtlich erhöht zu haben. Allerdings sind die Proben insofern nicht ganz miteinander vergleichbar, als der gefällte Stamm eine besonders dünne Rinde hatte, und anscheinend, wie die beiden Proben des stehenden Baumes zeigen, die Mortalität an sich schon unter dünner Rinde größer war als unter dicker. Andererseits war die Fällung ziemlich spät erfolgt, als die Larven schon relativ groß waren; höherer Effekt der Maßnahme könnte erwartet werden, wenn sie während oder unmittelbar nach der Eiablage ausgeführt wird.

Sollten die vorgeschlagenen Verfahren nicht zum Ziel führen, so wird der eierlegende Altkäfer im Frühstadium des Befalls nur durch Entrinden der gefällten Stämme über Tüchern und Verbrennen der Rinde oder nach Bestäuben des Bodens mit Kontaktinsektiziden zu fassen sein.

*Fangbäume,* die bei der Bekämpfung anderer Borkenkäfer-Arten mit bestem Erfolg angewandt werden, sind nur beschränkt brauchbar. Die Technik der Fangbaumbekämpfung besteht bekanntlich darin, vor der Flugzeit der Käfer Stämme zu fällen, die von den anfliegenden Tieren bevorzugt befallen werden; nach Beendigung der Eiablage werden die Stämme entrindet und auf diese Weise die Eier und Larven zum Absterben gebracht. Die in Frage kommende *Dendroctonus*-Art befällt aber gefällte Stämme nur ausnahmsweise; diese können somit nicht als Fangbäume im eigentlichen Sinne des Wortes dienen, als Fallen, in denen die Käfer leicht zu vernichten sind. Da sie infolge ihrer Lockwirkung Befall in benachbarten, stehenden Stämmen zu verursachen vermögen, sind sie sogar im allgemeinen gefährlich. Sie können unter besonderen Umständen bei der *Dendroctonus*-Bekämpfung zur Anwendung kommen, wenn man den Anflug der Käfer auf bestimmte Stellen des Waldes konzentrieren will, um hier die Vernichtung der Brut im stehenden Stamm leichter durchführen zu können.

## Zusammenfassung

In den Hochlagen Guatemalas, die mit ausgedehnten Wäldern der *Pinus rudis* Endl. bestockt sind, treten nachweisbar seit mehr als 40 Jahren, vermutlich aber seit der Zeit, als der Mensch die Kiefern zu nutzen begann, umfangreiche Schäden auf, welche durch Massenvermehrungen des *Dendroctonus adjunctus* Blandf. verursacht werden.

Der Käfer befällt gesunde Bäume, die sich durch starken Harzausfluß gegen die Infektion wehren. An den Einbohrstellen entstehen kennzeichnende Harztrichter. Nach gelungenem Befall geht das Abwelken, Sterben und Abfallen der Benadelung ziemlich langsam vonstatten. Die von *D. adjunctus* angerichteten Schäden sind von entscheidender Bedeutung für die Forstwirtschaft Guatemalas.

Während fast alle früheren Autoren *D. adjunctus* als vorwiegend sekundär ansehen, konnte nachgewiesen werden, daß seine Angriffe völlig primär erfolgen. Vor allem durch frischgefällte Kiefern werden schwärmende, fortpflanzungsbereite Käfer angelockt; sie dringen aber nicht in die liegenden Stämme ein, sondern befallen unmittelbar benachbarte, vermutlich im Duftbereich der gefällten Bäume stehende, gesunde Kiefern. Auch Aufastungen, Feuerschäden und Befall durch *Dendroctonus valens* Lec. mögen anlockend wirken.

Ein örtlicher Befall weitet sich kurzfristig aus, um in der Regel bald zu erlöschen. Ursachen für das rasche Ende der lokalen Gradationen sind Ab-

wanderung der Jungkäfer, Verzettelung des Angriffes der anfliegenden Käfer, ungeeignete Ernährungsverhältnisse für die Junglarven, Wetterbedingungen und vielleicht auch Feinde aus der belebten Umwelt. Durch neue Fällungen oder Windbrüche kann die Gradation wieder angefacht werden. So sind durch wiederholtes Aufflackern und Sichausdehnen örtlicher Massenvermehrungen die umfangreichen Schadflächen entstanden.

Den Schäden kann vorgebeugt werden, indem der Anbau der einzigen gefährdeten Holzart, der *Pinus rudis*, möglichst eingeschränkt wird und Hiebsmaßnahmen so vorgenommen werden, daß sie nicht zu einer Konzentration der Käfer führen. Die unmittelbare Bekämpfung muß das Ziel verfolgen, die Brut im Stamm zu vernichten, ehe der Jungkäfer ausfliegt. Diesem Ziel dient das Fällen und Entrinden der befallenen Bäume zur rechten Zeit; die Maßnahmen können durch zusätzliche Ausnutzung der Sonnenwärme, durch Verbrennen der Rinde, durch Ansengen der befallenen Stämme und dergleichen unterstützt werden.

## Summary

In the highlands of Guatemala where large forests of *Pinus rudis* Endl. are growing, great damages caused by outbreaks of *Dendroctonus adjunctus* Blandf. have been observed since more than 40 years, though they probably have been noted since the time man began to exploit the forests.

The beetles attack healthy trees which try to offer resistance by secreting fluid resin. At the entrances, characteristic pitch tubes are formed. After a successful infestation the withering, dying and dropping of the needles follows rather slowly. The damages caused by *D. adjunctus* are of decisive importance for the Guatemalan forestry.

While nearly all former authors consider *D. adjunctus* as chiefly secondary, it could be prooved that its attacks are absolutely primary. The flying beetles ready to oviposit are attracted by freshly cut pine trees, but instead of entering the felled trunks they infest on the contrary healthy trees standing in the next neighbourhood and probably within the odour sphere of the pine trunks. Pruning, fire damages and infestation by *Dendroctonus valens* Lec. may allure the beetles, too.

A local infestation enlarges for a short time, but regularly goes out soon. The causes for the quick termination of the local outbreak are the flying off of the young beetles, the scattering of the attacks, the unfit nutrition conditions for the young larvae, the atmospheric conditions and perhaps the enemies out of the biotic environment. Other measures of lumbering or windfalls may kindle again the outbreak. Thus, by repeated flaring up and enlarging of local infestations the vast areas of damage came into being.

The damages can be prevented by restricting as far as possible the cultivation of the only endangered pine species *Pinus rudis* and by carrying out the lumbering in such a manner that it does not cause a concentration of the beetles. The end of direct control measures has to be the destruction of the brood within the trunk before the young beetles fly out. This end is reached by cutting and disbarking the infested trees at the right time; in addition to that the measures can be furthered by taking advantage of the sun heat, by burning the bark and by singeing the trunks.

## Literatur


Alvarado, J. A.: Los Insectos dañinos y los Insectos auxiliares de la Agricultura en Guatemala. Guatemala 1939.

Bates, M.: Insectos Nocivos. Estudio de las principales Plagas Guatemaltecas, con algunas Datos de Honduras y El Salvador. Guatemala 1932.

Beal, J. A.: The Black Hills Beetle, a serious Enemy of Rocky Mountain Pines. Farmers' Bull. No. 1824, U.S. Dep. Agr., Washington 1939.

Becker, G.: Ausdehnung und Ablauf der *Dendroctonus*-Kalamität in Guatemala. Zeitschr. ang. Entomologie 33, 1952, 186–209.

Becker, G.: Die *Dendroctonus*-Kalamität in Guatemala. Transact. IX. Internat. Congr. Entomology 1952, 682–687.

Becker, G.: Beiträge zur Kenntnis der *Dendroctonus*-Arten in Guatemala. Zeitschr. ang. Entomologie 36, 1954, 20–61.

Blackman, M. W.: The Black Hills Beetle (*Dendroctonus ponderosae* Hopk.). Bull. N. Y. State Coll. For. IV, 4. New York 1931.

Craighead, F. C.: The *Dendroctonus* Problems. Journ. Forestry 23, 1925, 340–354. Zitiert nach Blackman 1931, p. 10–11.

Doane, R. W., van Dyke, E. C., Chamberlin, W. J., Burke, H. E.: Forest Insects. New York–London 1936.

Hambleton, E. J.: Infestation of *Coccidae* on *Pinus oocarpa* in area near Quezaltenango, Guatemala. Memorandum 1944. Unveröffentlicht.

Holdridge, L. R., Lamb, F. B., Mason, B.: Los Bosques de Guatemala. Informe General de Silvicultura, Manejo y Posibilidades Industriales de los Recursos Forestales de Guatemala. Turrialba, Costa Rica, 1950.

Hopkins, A. D.: Insect Damage to standing Timber in the National Parks. U.S. Dep. Agr., Bur. Ent. Circ. 143. Washington 1912.

Johnston, J. R.: Enfermedades y Plagas de Insectos que atacan los Pinos en Guatemala. Guatemala 1939.

Johnston, J. R.: Diseases and insect pests of pine trees in Guatemala. Proc. 8th Am. Scient. Congr. Washington 1942, vol. III, pp. 245–250.

Miller, J. M.: High and low lethal temperatures for the Western Pine Beetle. J. Agr. Res. 43, 1931, 305–321.

Miller, J. M. and Patterson, J. E.: Preliminary Studies on the Relation of Fire Injury to Bark Beetle Attack in Western Yellow Pine. Journ. Agric. Research 34, 1927, 597–613.

Morton, F.: Guatemala. Vegetationsbilder, hsg. v. G. Karsten 22. Reihe Heft 1. Jena 1931.

Perry: Especies de Escarabajos de la Corteza del Pino en México Central. Unasylva 5, 1951, 160–167.

Schwerdtfeger, F.: Los Pinos de Guatemala. Roma 1953.

Schwerdtfeger, F.: *Curculionidae* (Col.) an *Pinus*-Arten in Guatemala. (2. Beitrag zur Forstentomologie Mittelamerikas.) Zeitschr. ang. Entomologie 36, 1954, 178–184.

Schwerdtfeger, F.: La Plaga de *Dendroctonus* en los Bosques de Pinos y Modos de combatirla. Roma 1955.

Schwerdtfeger, F.: Pathogenese der Borkenkäfer-Epidemie 1946–1950 in Nordwestdeutschland. Frankfurt am Main 1955.

Schwerdtfeger, F.: *Scolytidae* (Col.) an *Pinus*-Arten in Mittelamerika. IV. Das Genus *Dendroctonus* Erichson. (7. Beitrag zur Forstentomologie Mittelamerikas.) Zeitschr. ang. Entomologie 44, 1959, 42–63.

Sierra, H. M.: Historial Agricola de Guatemala. Unveröffentlicht.

# Eine besondere Art von Hohlräumen in Nestern der *Atta sexdens rubropilosa* Forel.

Von Meinhard Jacoby †

*Mit 9 Abbildungen*

Außer den allgemein bekannten Kammern der Pilzgärten und den unzähligen Kanälen finden sich in Atta-Nestern eigenartig gebildete Hohlräume, die der Beobachtung bisher entgangen waren. Sie unterscheiden sich so auffallend von den Kammern, daß sie nicht mit diesen verwechselt werden können.

Die Pilzkammern sind nämlich halbkugelförmig bei abgeplattetem, rauhem Boden. Sie können auch leicht elliptisch sein. Durchschnittlich sind sie 20 bis 30 cm groß und die Kuppel 20 bis 25 cm hoch, je nach dem Alter des Volkes. Ihre Anzahl schwankt entsprechend dem Alter zwischen 60 und 150, von denen aber 1/3 bis 1/4 leer sind – ohne Pilzgarten – aber im Bedarfsfall mit Abraum gefüllt werden. Ohne Ausnahme sind alle nur von unten her zugänglich, entweder vom Boden aus oder höchstens von der Basis der Kuppel, dem sogen. Umgang.

Diese Merkmale mußten vorausgeschickt werden, um den Gedanken an eine Verwechslung nicht aufkommen zu lassen.

Einige der hier zu besprechenden Hohlräume sind freilich in anderen Arbeiten von mir erwähnt worden, bei ihrer Eigenart aber erscheint es angebracht, sie hier in die Gesamtheit einzureihen.

In jedem der teils mit der Hacke ausgegrabenen, teils mit Zement abgeformten Baue[1] fand sich, bei 2 Ausnahmen, je eins dieser Gebilde. Eine Ausnahme machten 2 mittels Zement abgeformte Baue, der eine war ein sogen. abgewanderter = C I und der andere besaß 4 Arten = C VII. Einige weisen eine gewisse Verwandtschaft oder Ähnlichkeit auf und haben wohl den gleichen Zwecken gedient, während andere nach Form und Lage völlig allein stehen. Bei den Untersuchungen handelt es sich um folgende Hohlräume:

a. Abb. 1: Mittels Hacke ausgegraben, darum die Kuppel zerstört, oval, waagrecht, 60 : 50 cm, vollständig leer. Die Kuppelhöhe konnte nicht mehr als etwa 15 cm betragen haben, weil der Boden nur 25 cm unter der Erdoberfläche lag und somit oberhalb der Kammerzone.

b. Abb. 1: Mittels Hacke ausgegraben, waagrecht, 60 : 60 : 10–15 cm, etwa 25 cm unter der Erde, also auch oberhalb der Kammerzone. Ohne Abraum,

[1] In dieser Abhandlung wird das Nest der Ameise mit Bau bezeichnet, weil die komplizierte Anlage mit ihren zahlreichen Kanälen und Kammern eher einem Marder-, Hasen- oder Fuchsbau gleicht als einem Insektennest. – Der häufig nicht voll gelungene Ausguß wie z. B. in h ist dadurch zu erklären, daß bei jedem Einguß der von unten her in die Pilzkammer aufsteigende Zement bis zum nächsten Einguß – nach 20–30 Minuten – einigermaßen erhärtet ist und nachfolgende Eingüsse nicht mehr durchläßt.

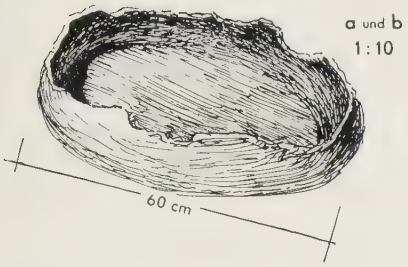



*Abb. 1.* a und b, beide sind gleich; Längsachse ihres etwas elliptischen Bodens 60 und 70 cm; lagen so dicht u. E., daß ihre Kuppel zu niedrig für den Pilzgarten gewesen wäre. Diese Art wurde sonst nirgends angetroffen

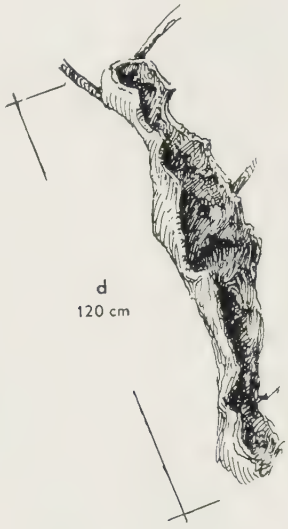



*Abb. 2.* d in Bau 2/1032, durch die Hacke beschädigt, aber sofort einigermaßen rekonstruiert; kräftige Kanäle am Kopf, erweiterte Mitte, das untere Ende wieder eng (Pfeifenkopf), vgl. f

*Abb. 3.* e in C VII, nicht ausgegossen, darum mit Hacke ausgegraben und der untere Teil mit Gerte abgetastet (gestrichelte Linie); voller Abraum; oben treten starke Kanäle ein

*Abb. 4.* f, in seiner Form und Lage ähnlich d; bei × die vermutete Königinzelle

aber voll dichtgedrängter Ameisen, die sich vielleicht vor dem Lärm der Hacke hatten retten wollen.

Obwohl beide ähnlich einer Pilzkammer, können es doch keine gewesen sein, da ihre Kuppeln viel zu niedrig für den Pilzgarten gewesen wären.

c. Ohne Abb. aber ähnlich e, lag stark schräg und zog sich mit seinem un-

teren Teil unter einer viel befahrenen Straße hin, so daß er nicht vollständig ausgegraben werden konnte, sondern seine Länge nur mit einer Gerte abgetastet wurde. Infolgedessen sind die Maße 80 : 40 : 25 cm nicht genau. c enthielt weder Ameisen noch Abraum.

d. Abb. 2: 120 cm lang, fast senkrecht am rückwärtigen Ende eines mit der Hacke ausgegrabenen Baues gelagert. Breite ca. 30 cm, ungefähr 100 cm tief, die genauen Maße können wegen Beschädigung durch die Hacke nicht angegeben werden.

e. Abb. 3: In C VII, leicht geneigt, ungefähr 130 cm unter der Erdoberfläche, war nicht ausgegossen, weil der Hohlraum und die zuführenden Kanäle mit Abraum vollgestopft waren. Die Länge wurde wie bei c mit einer Gerte abgetastet. Am oberen Ende, dem Kopf, mündeten kräftige Kanäle.

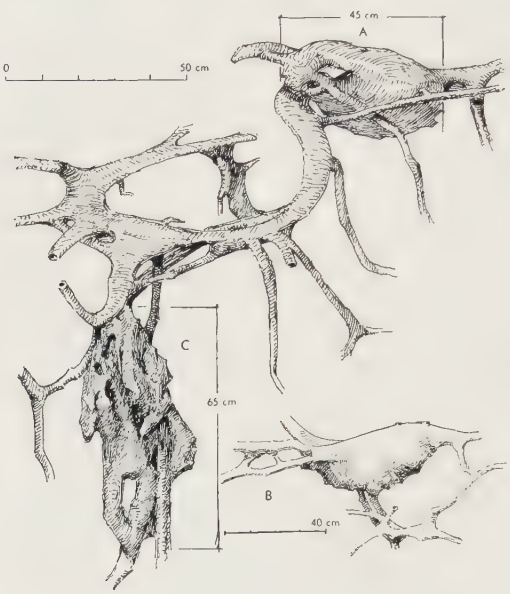



*Abb. 5.* g; A = von Norden, B = von Süden gesehen; C = k

f. Abb. 4: 120 cm lang, 180 cm unter der Erde, in C I, voll ausgegossen, bestand aus einem Kopf, in den von oben 3 Kanäle mündeten, und hinter dem, eng mit ihm verbunden, 3 besonders große Pilzkammern lagen; ferner aus einem stärkeren Mittelteil, der unten in einen kleineren Hohlraum auslief, dort wie ein Pfeifenkopf wirkte und nach 25 cm mit dem Grundkanal verbunden war. Wegen seiner zentralen Lage im Bau und weil er rings von Pilzkammern umgeben war, also von der Kammerzone, durch die er sich seiner ganzen Länge nach erstreckte, wurde er mit Zentralraum bezeichnet. Der Grundkanal schließt für gewöhnlich den Bau unterhalb der Kammerzone ab (s. Abb. 8) und setzt sich aus zwei oder mehreren, von oben kommenden „Schrägkanälen" zusammen. Sie treffen sich am tiefsten Punkt des Baues und erwecken so den Eindruck, als wäre es ein einzelner, von oben kommender und nach oben zurückkehrender Kanal.

Das Merkwürdige an diesem Hohlraum aber waren die feinen, nur 1 mm dicken und 1,5–2 cm langen Nadeln, mit denen er übersät war. Leider sind sie zum größten Teil abgebrochen, weil ich beim Entfernen der harten Erdkruste auf so zarte Formen nicht vorbereitet war. Immerhin blieben die Ansatzstellen gut zu erkennen. Von innen gesehen waren diese Nadeln winzige Nischen in der Wand des Hohlraumes. Dies und der Umstand, daß eine ganz kleine Kammer (× d. Abb.) dicht am Hauptraum mit diesem durch einen feinen Kanal verbunden war, führte zu der Vermutung, die von verschiedenen Biologen in Rio unterstützt wird, daß in der kleinen Kammer wie

bei den Termiten die Königin eingemauert sei und durch den feinen Kanal die Eier fortgetragen würden. Somit würde der Zentralraum eine Art Brutkammer vorstellen – vielleicht nur für wenige Tage – von dem die Eier dann zur weiteren Pflege in die 3 großen angrenzenden Pilzkammern geschafft werden würden. Die kleinen Nischen hätten danach für die Eier ungefähr die gleiche Bedeutung wie die Wabenzellen im Bienenstock.

Zur Rechtfertigung dieser Vermutung muß ich bemerken, daß damals die Institute in Rio auf meine Anfrage widersprechende Auskunft erteilt hatten. Teils sollte die Königin wie hier eingemauert sein, teils im Bau herumwandernd die Eiablage in den Pilzkammern selbst besorgen. Infolge des nur einmaligen Vorkommens der Nadeln und der kleinen Zelle nahe dem Mittelraum habe ich den Gedanken an einen Brutraum später aufgegeben. Da die drei beschriebenen Hohlräume = d, e, f unter sich in Größe, Form und Lage so ähnlich sind, ist es höchstwahrscheinlich, daß sie auch dem gleichen Zweck gedient haben.

G. Stahel und D. G. Geijskes, Surinam, sind meines Wissens die einzigen, die ähnliche Hohlräume, aber in Nestern von *Atta cephalotes,* entdeckt haben. Sie sprechen von Abraumgruben und Zisternen. (Rev. de Entomologia, vol. 10, fasc. 1, abril 1939, Rio de Janeiro). Nach den Abbildungen zu urteilen sind sie verwandt mit d und e. Zisternen stehen in meinem Beobachtungsgebiet bei Mendes, E. do Rio, 500 bis 600 m ü. M. in der Serra do Mar und kommen bei fehlendem Grundwasser nicht in Frage, während es in Surinam, so dicht am Meer höchstens salziges Brackwasser gewesen sein könnte. Ob dies den Ameisen zuträglich ist, kann ich nicht beurteilen. Außerdem reguliert die Ameise die relative Feuchtigkeit im Bau bei Mendes dadurch, daß sie bei Regen Trockenes, z. B. Mais, bei Trockenheit dagegen Feuchtes, z. B. frische grüne Blätter einschleppt. Die genannten Hohlräume müssen also einen anderen Zweck gehabt haben. Allerdings macht e in C VII mit seinem Abraum eine Ausnahme, denn es ist gegen die Gewohnheit der Ameise, für den Abraum andere Plätze als aufgegebene Pilzkammern zu benutzen. Der Bau C VII bildet jedoch auch in anderen Punkten eine Ausnahme.

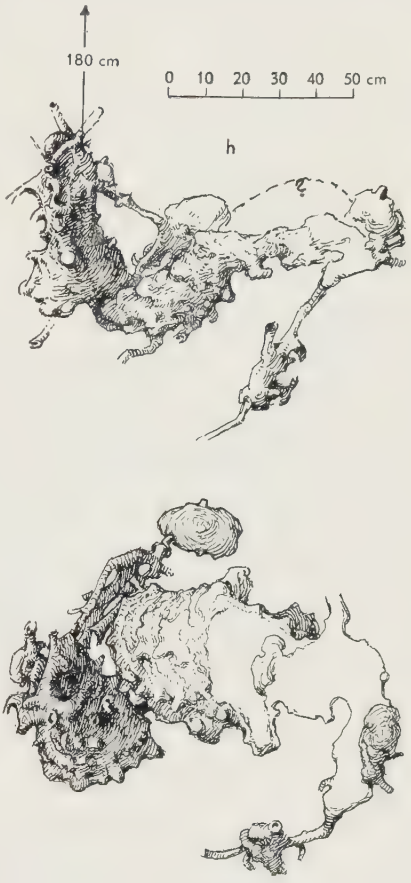



*Abb. 6.* h, ein Doppel-Hohlraum (Zwilling) mit 3 Annexen; die gestrichelte Linie deutet die mögliche Ausdehnung des nicht ausgegossenen rechten Teils an

Der Umstand, daß jeder untersuchte Bau mit einem dieser Hohlräume

versehen war, läßt auf ihr Vorhandensein auch in anderen vielleicht sogar in jedem anderen Nest schließen. Ist dies der Fall, so müssen sie alle dem gleichen Zweck gedient haben, denn die Ameise macht sich keine überflüssige Arbeit. All ihr Tun ist bei äußerster Arbeitsersparnis höchst zweckmäßig.

In dem oben erwähnten Ausnahmefall C VII fanden sich neben dem bereits besprochenen Typ e noch 3 weitere Arten. Sie lagen verstreut im Bau, in unterschiedlicher Tiefe an der nördlichen und südlichen Peripherie und in der Mitte.

*Abb. 7.* i, Zwilling wie h, ebenfalls mit 3, aber entfernteren Annexen, alle mit dem Grundkanal verbunden, aber unter ihm liegend

g. Abb. 5 A und B: 80 cm unter der Erde, zentral gelegen und von den bisherigen Hohlräumen einer Pilzkammer am ähnlichsten, jedoch nicht mit ihr zu verwechseln. Er stand mit einer merkwürdigen Kammer durch einen sehr seltenen, breiten, halbkreisrunden Kanal in Verbindung, in den in verschiedenen Höhen mehrere Kanäle mündeten oder abzweigten.

h. Abb. 6: 180 cm unter der Erde, an der Nordgrenze gelegen, bestand eigentlich aus 2 am unteren Ende miteinander verbundenen Hohlräumen und kann als Zwilling angesehen werden wie auch i. Der rechte Teil hat 3 Ableger und scheint darum der Hauptraum gewesen zu sein, obwohl er nicht voll ausgegossen war (vermutlich Ergänzung durch gestrichelte Linie in der Abb.). Beide Teile sind über und über von Warzen oder Auswüchsen bedeckt, die, konzentrisch in mehreren Etagen gelagert, 2–3 cm breit und ungefähr ebenso hoch sind. Von innen gesehen sind es Ausbuchtungen ähnlich wie bei den Nadeln von f. Der turmartige linke Teil stand senkrecht und in seinen Kopf mündeten, wieder wie in f, kräftige Kanäle, vgl. auch i. Die Hohlräume h und i scheinen eine Gruppe zu bilden, da beide je drei Ableger besitzen und durch ihre Lage an der Nord- bzw. Südgrenze gekennzeichnet sind.

i. Abb. 7: Am Südrand von C VII gelegen, ungefähr 320 cm unter der Erdoberfläche (wegen des schmalen Schachts, an dessen Grund dieses Gebilde lag, konnte das Maß nicht genau genommen werden); wie h bestand i aus 2, diesmal am Kopf eng miteinander verwachsenen Körpern und 3 entfernten Annexen. Ähnlich wie f war er an den Grundkanal angeschlossen, aber unter ihn hinabreichend, also unterhalb der Kammerzone gelegen. Die Oberfläche des Abgusses war stellenweise sehr rauh, die oft zackenartigen Vor-

sprünge (von innen gesehen Ausbuchtungen) sind unregelmäßig gelagert. Am gemeinsamen Kopf und seitlich münden einige Kanäle, 2 davon gehen nach unten in die Tiefe. Der größere, auf der Abb. rechte Hohlraum war 67 cm, der linke 45 cm lang. Beide standen senkrecht.

Auffallend waren die waagerechten Schnitte an beiden, in denen eine Schicht von c · 1 cm verrottetem Pilzsubstrat lag. Das zeigt, daß in diese Hohlräume wenigstens bis zu einer gewissen Höhe Abraum geschafft worden war, der durch das einströmende schwere Zement hochgedrückt worden war, so daß der nächste Einguß noch etwas losen Abraum vorfand und abermals hochdrücken konnte. Anders kann ich die Schichten nicht erklären. Völlig unklar aber ist das Vorhandensein von Abraum an diesem entlegenen Platz. Der in C VII günstiger zur Kammerzone gelegene Hohlraum e (Abb. 3) war freilich schon übervoll, aber der immer noch zu der Kammerzone gehörende große Hohlraum (Abb. 9) war leer und die Ameise hat sonst die Gewohnheit, den Abraum in die nächsten verlassenen Pilzkammern zu schaffen, um Arbeit zu sparen. Ob der Pilzgarten in i je frisch und gepflegt gewesen ist, kann nicht mehr entschieden werden, weil er verdorben war, als die Grabung nach Monaten bis zu der Tiefe vordrang. Ein Pilzgarten verdirbt ohne Pflege in 3 bis 4 Tagen und tote Ameisen waren in diesen Schichten nicht vorhanden. Deshalb muß er bereits verdorben gewesen sein, als er dorthin gebracht wurde. Damit kommen wir aber der Lösung der Frage nicht näher. Dagegen fanden sich diese Schnitte im Turm von h nicht, vermutlich weil er leer war.

*Abb. 8.* Lageplan von i, dem Grundkanal und den 3 Annexen; auffallend der schnurgerade, waagerechte Kanal zwischen i und i-3 und die dem Grundkanal aufliegenden feinen Kanäle, s. Querschnitt; bei i-1 einige Zacken direkt am Grundkanal

Sollte der Umstand, daß i im Gegensatz zu f unterhalb des Grundkanals angelegt ist und von beiden einige Kanäle nach abwärts gerichtet sind, das Merkmal für eine geplante und bereits begonnene Erweiterung des Baues nach der Tiefe hin sein?

k. Abb. 5C: Ein durchaus anderes Gebilde ist diese Zusammenballung von senkrechtstehenden, ineinander übergehenden Kanälen in der Nähe von

g und mit diesem verbunden. Es liegt ungefähr in der Mitte zwischen Nord und Süd von C VII 180 cm unter der Erde und ist 65 cm lang. Keinesfalls war k ein zufälliges Gebilde, es können aber keine Vergleiche und Schlüsse gezogen werden, da es nur einmal vertreten war.

| | | Länge in cm | Erdtiefe in cm |
|---|---|---|---|
| 1. | a | 60 | 20 |
| | b | 55 | 25 |
| 2. | c | 80 ? | 25 ? |
| | d | 120 | 100 ? |
| | e | 117 | 130 ? |
| | f | 120 | 180 |
| 3. | h | 50/75 | 180 |
| | i | 45/67 | 320 ? |
| | g | 70 | 80 |
| | k | 65 | 160 |

Diese beiden zeigen keine Ähnlichkeit mit einem der anderen Hohlräume und stehen darum vereinzelt.

Abb. 9 zeigt, auf welche Weise aus einer Anzahl dicht beieinander liegender Pilzkammern durch Abtransport oder Einbruch der oft papierdünnen Trennungswände allmählich ein großer Hohlraum entstehen kann.

Nach Form, Größe, Stellung und Lage im Bau lassen sich nun mehrere Gruppen bilden: (siehe nebenstehende Tabelle).

Am häufigsten vertreten ist die zweite Gruppe, wohl ein Zeichen, daß diese Art auch sonst oft vorkommt, vielleicht sogar in jedem Bau.

Es ist nicht anzunehmen, daß die hier besprochenen Hohlräume durch Erosion entstanden oder Werke anderer Insekten oder Tiere sind, denn von den wenigen Insekten, denen es möglich ist, in einen Ameisenbau einzudringen, ohne bekämpft zu werden, sind immer nur ganz vereinzelte Exemplare angetroffen worden und diese hätten die für sie immense Grabarbeit nicht leisten können. Erosion so tief im Innern der Erde bei dem komplizierten Kanalgewirr oberhalb ist nicht denkbar. Wieso ist dann in jedem Bau immer nur ein Hohlraum von ungefähr derselben Größe und Lage?

*Abb. 9.* Ein großer, leerer Hohlraum in C VII, entstanden durch Abtragung oder Einsturz der papierdünnen Trennungswände dicht beieinander liegender Pilzkammern; die gestrichelten Linien geben die Überschneidungen der später angelegten Pilzkammern an

Von Insekten käme ein Scarabaeus und eine Scolie in Frage. Ersterer gräbt für seine Larve eine winzige Zelle, ähnlich × auf Abb. 4. Mit einer Larve darin habe ich diese Zelle nur einmal gefunden, ohne Larve, also leer, in 2 Bauen je einmal. Das besagt, daß der Käfer nicht zahlreich genug auftritt, um große Hohlräume zu schaffen. Das andere in den Bau eindringende Insekt ist eine Scolie, die aber auch nur mit 2, höchstens 4 Exemplaren im Bau vertreten war. Am Tage des Schwärmens schwirrt das fertige Insekt zusammen mit den Geschlechtstieren der Ameise aus den für den Schwarm besonders erweiterten Nestöffnungen heraus und kreist eine Zeitlang um den Nestspiegel. Im übrigen gräbt sie für ihr Ei auf der Erdoberfläche so kleine, kurze Löcher, daß die spätere Larve sich nur eben bewegen kann. Darum ist mir wohl nie

eine Spur ihrer Grabarbeit innerhalb eines Baues aufgefallen. Ich kann auch nicht sagen, ob sie als fertiges Insekt vor dem Schwarm in den Bau eingedrungen ist. Jedenfalls scheidet die Dolchwespe als Urheber einer der beschriebenen Hohlräume aus.

Tiere, die sonst in den Ameisenbau eindringen, sind das Tatú, Gürteltier, und Schlangen. Das Tatú gräbt sich einen Gang von ca. 30 cm Durchmesser quer durch Kanäle und einzelne Pilzkammern bis zur eigentlichen Kammerzone, auf seinem Wege alles zerstörend, aber ohne einen ausgesprochenen Hohlraum zu hinterlassen. Schlangen graben überhaupt nicht. Eier der Korallenschlange fand ich wohl in oberirdischen Nestern von *Akromyrmex*-Arten, aber nie in *Atta*-Bauen. Der Ameisenbär schließlich, Tamandoá, frißt ausnahmslos auf der Erde herumlaufende Ameisen.

So bleiben die hier behandelten Hohlräume ohne jeden Zweifel das Werk der Ameise selbst.

Nachdem es mir nicht gelungen ist, die Verwendung und den Zweck dieser bisher unbeachteten Gebilde aufzuklären, wäre ihre Erforschung in biologischer Hinsicht zu wünschen. Sie würde vermutlich weitere Aufschlüsse über noch unbekannte Gewohnheiten von *Atta* ergeben.

## Zusammenfassung

In der Gegend von Mendes, Estado do Rio, Brasilien, sind in Ameisennestern außer den bekannten Pilzkammern und den unzähligen Kanälen auch andere, meines Wissens bisher nicht beachtete eigenartig geformte Hohlräume vorhanden, die einen besonderen Zweck im Leben der Ameise *Atta sexdens rubropilosa* Forel erfüllen müssen. Was aber dieser Zweck ist, konnte nicht geklärt werden.

## Summary

In the country near Mendes, Estado do Rio, Brasil, there are singulary shaped hollows in the nests of *Atta sexdens rubropilosa* Forel quite different from the well known chambers of fungus. Their use could not be explained.

*Aus dem Institut für angewandte Zoologie der Universität Würzburg*
*Vorstand: Prof. Dr. K. Gößwald*

# Wechselwirkungen zwischen pflanzensaugenden Insekten und den von ihnen besogenen Pflanzengeweben

Von Werner Kloft

## TEIL II[1]

*Mit 3 Abbildungen*

### VII. Beobachtungen über die Störung von Blüte und Blattaustrieb durch Pflanzenlausbefall

Zu den auffälligsten Erscheinungen, die durch die Saugtätigkeit von Pflanzenläusen hervorgerufen werden, gehören die Gallen. Zwischen normalem Gewebe und komplizierten Gallen gibt es aber eine ganze Reihe von mehr oder minder abgewandelten Bildungen. So verschieden diese auch sind, lassen sie sich *äußerlich* doch durchweg darauf zurückführen, daß das Wachstum der besogenen Gewebe entweder in positiver oder in negativer Weise beeinflußt wird. Es war daher daran zu denken, daß die Speichelstoffe, welche von den Pflanzenläusen abgegeben werden, eine Wirkung auf das Wachstum der Pflanzengewebe ausüben. Ähnliches hat Boysen-Jensen (1948) auch für die Drüsenausscheidungen der Buchengallenmücke *Mikiola fagi* Htg., Nysterakis (1948) für verschiedene Aphiden angenommen. Auch durch die Untersuchungen von v. Denffer (1952) ist wahrscheinlich gemacht worden, daß die Hemmung der Blütenbildung durch verschiedene Gallmilben und Gallinsekten wuchsstoffinduziert sein muß. Der Kressewurzeltest nach Moewus (1948) ermöglichte eine Untersuchung der Wirksamkeit von Preßsäften verschiedener Aphiden und Cocciden (Kloft, 1950, 1951) sowie von Nematoden (Nolte, 1952) auf das Pflanzenwachstum. Diese Untersuchungen ergaben ein wuchsstoffähnliches Verhalten von Filtraten verriebener und extrahierter ganzer Pflanzenläuse bzw. von deren herauspräparierten Speicheldrüsen. Mit dieser Methodik werden jedoch nicht ausschließlich Wuchsstoffe erfaßt, da inzwischen bekannt wurde, daß die verschiedensten Stoffe auf die Kressewurzel wachstumsbeeinflussend wirken; die mit dem Kressewurzeltest erhaltenen Ergebnisse müssen daher mit Vorsicht ausgewertet werden. Die Untersuchungen von Disselkamp (1954), die Nährlösungen, an denen $L_1$ der San José-Schildlaus gesaugt hatten, im Kressewurzeltest prüfte, scheinen jedoch im Prinzip die von Kloft (1950) an der gleichen Art erhaltenen Ergebnisse zu bestätigen. Es ergab sich eine Wachstumshemmung in starken Konzentrationen, eine Förderung in stärkeren Verdünnungen. Die Untersuchungen zu

[1] Teil I ist erschienen in Z. angew. Entomol. Bd. 45 (1960), H. 4, S. 337–381.

diesem Problem sind noch nicht abgeschlossen. Man muß jedoch keineswegs annehmen, daß mit dem Pflanzenlausspeichel spezifische Wuchsstoffe in die Pflanze injiziert werden. Es muß vielmehr daran gedacht werden, daß auch andere Stoffe wachstumsbeeinflussend wirken können. So erwiesen sich z. B. auch verschiedene freie Aminosäuren in Konzentrationen von $10^{-1}$ bis $10^{-10}$ molar als wirksam auf das Wachstum der Kressewurzel (Reinholz, 1954). Unter den wirksamen Aminosäuren sind auch solche, die von uns im Speichel von Pflanzensaugern nachgewiesen wurden. Es soll hier nicht diskutiert werden, ob lauseigene Stoffe oder mit dem Pflanzensaft aufgenommene und mit dem Speichel wieder an die Pflanze zurückgegebene Wuchsstoffe (Duspiva, 1954) in der Pflanze wachstumsbeeinflussend sind oder aber durch den Speichel pflanzeneigene Wachstumshormone aktiviert werden. Es kann jedoch daran festgehalten werden, daß von Läusesaugstellen ausgehende Wachstumswirkungen unverkennbar sind und daß diese schon durch solch unspezifische Stoffe wie die mit dem Speichel ausgeschiedenen freien Aminosäuren hervorgerufen werden können. Nach Pohl (1954) können auch Änderungen der Stoffwechselleistungen und der Permeabilität, also Wirkungen, wie sie auf Grund unserer Untersuchungen durch Pflanzenlaus-Speichel hervorgerufen werden, das Wachstum der pflanzlichen Zelle beeinflussen. Die Untersuchungen von Anders (1955) zeigen, daß der Speichel von Aphiden auch als Zellkerngift auf dem Wege über endomitotische Vorgänge eine Hypertrophie der betroffenen Zellen hervorrufen kann. Es sind also sehr verschiedenartige Möglichkeiten einer Wachstumsbeeinflussung von Pflanzengeweben durch saugende Insekten denkbar, zumal da Spoerl & others (1957) auch zeigen konnten, daß Aminosäuren auch pflanzliche Zellteilungsprozesse beeinflussen können. Im Zusammenhang mit den vorstehenden Überlegungen sind die folgenden Versuche und Beobachtungen über die Störung von Blüte und Blattaustrieb durch Pflanzenlausbefall von Interesse.

### 1. Blüh-Hemmung an Zwetsche durch Befall mit Eulecanium corni

Da verschiedene Gelegenheitsbeobachtungen über Auswirkungen von Pflanzenläusen auf das Erblühen ihrer Wirtspflanzen vorliegen (v. Denffer, 1952), wurden diese Beobachtungen unter kontrollierbaren Laboratoriumsbedingungen überprüft. Dazu dienten gleichaltrige, etwa 25–30 cm lange und der gleichen Kronenregion einer Seite entnommene Zweige eines stark durch die Zwetschennapf-Schildlaus *Eulecanium corni* (Bché.) befallenen Zwetschenbaumes. Die im Herbst geschlüpften Larven der genannten Coccide saugen sich an Blättern und Zweigen fest und erreichen im Spätherbst das Zweitlarvenstadium. Bei Eintreten niedriger Temperaturen und der damit in Zusammenhang stehenden Stagnation der Stoffbewegungen befinden sich die Tiere *mit versenkten Stechborsten* in Winterruhe.

Zweige eines mit der Schildlaus befallenen Zwetschenbaumes wurden am 22. Januar 1954 geschnitten und in Erlenmeyer-Kolben bei 25° C in Wasser gestellt. Bereits nach 1–2 Tagen ließ sich an den in der trockenen Zimmerluft (55–60% RF) zu langen Zuckerfäden erstarrenden Honigtauausscheidungen die Stärke des Befalls mit überlebenden Schildlauslarven bewerten. Die Zweige wurden in drei Befallsklassen eingeteilt, und das Aufblühen von Blütenknospen wurde regelmäßig kontrolliert. Am 11. Februar 1954, 3 Wochen nach Ansetzen der Zweige, einem Zeitpunkt, da die meisten zur Blüte

gelangten Knospen bereits abgeblüht waren, ließen sich die Werte der Tab. 14–16 ermitteln:

*Tabellen 14–16*

**Abhängigkeit des Erblühens von Blütenknospen von der Befallsstärke der einzelnen Zweige**

*Tabelle 14*

**Befallsstärke „3"; sehr stark befallen, mit eng nebeneinandersitzenden *E. corni***

| Gesamtzahl der Blütenknospen eines Zweiges | aufgeblühte Knospen Zahl | aufgeblühte Knospen in % der Gesamtknospenzahl |
|---|---|---|
| 10 | — | — |
| 19 | — | — |
| 10 | 3 | 30 |
| 13 | 2 | 15,6 |
| 21 | 3 | 14,6 |
| 8 | — | — |
| 6 | — | — |
| 17 | — | — |
| 10 | — | — |
| 25 | 1 | 4 |
| Summe 139 | 9 | 6,4 |

*Tabelle 15*

**Befallsstärke „2"; stark befallen, mäßig dichte Verteilung der Schildläuse**

| Gesamtzahl der Blütenknospen eines Zweiges | aufgeblühte Knospen Zahl | aufgeblühte Knospen in % der Gesamtknospenzahl |
|---|---|---|
| 15 | 3 | 20 |
| 21 | 5 | 23,8 |
| 17 | 2 | 11,7 |
| 15 | 2 | 13,6 |
| Summe 68 | 12 | 17,6 |

*Tabelle 16*

**Befallsstärke „1" (schwacher, vereinzelter Streubefall) und „0". Da kaum Zweige ohne jeden Befall zu finden waren, wurden schwach und nicht befallene Zweige zu einer Klasse zusammengefaßt**

| Gesamtzahl der Blütenknospen eines Zweiges | aufgeblühte Knospen Zahl | aufgeblühte Knospen in % der Gesamtknospenzahl |
|---|---|---|
| 24 | 15 | 62,5 |
| 15 | 10 | 66,6 |
| 23 | 6 | 26,1 |
| 8 | 4 | 50,0 |
| 3 | 2 | 66,6 |
| 3 | 3 | 100,0 |
| Summe 76 | 40 | 52,6 |

Die Wahrscheinlichkeit, daß das Ergebnis auf einer zufallsmäßigen Verteilung beruht, ist geringer als 0,00003 %. Eine Beziehung zwischen Schildlausbefall und Blühstörung ist daher evident. Dies wird noch dadurch bestärkt, daß bei Befallsstärke „3" die Messung der Länge der Blütenblätter eine Reduktion derselben auf 20–30 % der Länge normaler Blütenblätter ergab.

Die beobachteten Blüh-Hemmungen lassen nachfolgende Überlegung zu: Bei den isolierten Trieben bringt das Einstellen in Wasser und Wärme den Saftstrom in Gang. Dabei findet eine Mobilisierung der in der sog. Stärkescheide liegenden Speicherzellenschicht statt. Diese Stoffreserve ist jedoch, da ein Nachschub von den Ästen bzw. vom Stamm her nicht möglich ist, sehr begrenzt und man könnte daher an eine Reservestoff-Konkurrenz zwischen Blütenknospen und Schildläusen denken. Infolge der hinsichtlich des Kohlenhydratverbrauchs verschwenderischen Nahrungsaufnahme der Schildläuse geht den Knospen ein Großteil der mobilisierten Assimilate verloren, wodurch es zu dem späteren Blühen, zu den Blütenverkümmerungen bzw. zum Nichtblühen eines Großteils der Knospen kommen könnte. Das Ergebnis läßt in gleicher Weise aber auch die Deutung zu, daß der Wuchsstoffhaushalt der Zweige durch die saugenden Schildläuse gestört wird.

### 2. Störung von Austrieb und korrelativem Wachstum von Apfelblättern bei Aphidenbefall

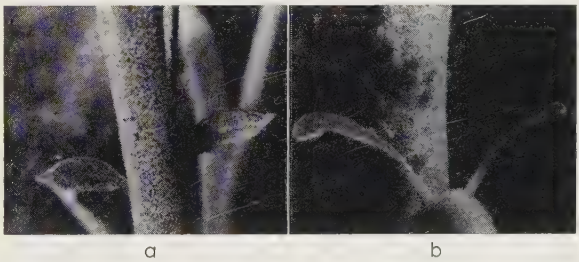
Auch das Wachstum austreibender Blätter wird durch Pflanzenlausbefall gestört. Dies ergaben Beobachtungen, die an Trieben eines durch die Blutlaus *Eriosoma lanigerum* Leach. befallenen Apfelwildlings gemacht wurden. Die Blutläuse überwintern, wie die Zwetschennapfschildlaus, mit versenkten Stechborsten an den vergallten Trieben. Verglichen wurde die Länge der austreibenden Blättchen von Blattknospen vergallter und gleichaltriger unvergallter Triebe (Tab. 17).

*Tabelle 17*

**Reduktion der Blattlänge an Apfeltrieben, welche durch Blutläuse vergallt waren**

| Datum | Blattlänge von vergallten Trieben | unvergallten Trieben |
|---|---|---|
| 26. 4. 54 | 0,3—0,6 cm | 2,5—4,0 cm |
| 28. 4. 54 | 0,5—0,7 cm | 4,0—5,1 cm |
| 30. 4. 54 | 0,6—0,8 cm | 5,0—5,5 cm |
| 3. 5. 54 | 0,9—1,1 cm | 5,0—5,5 cm |

Auch hier besteht wiederum die Möglichkeit, daß die an den Gallen saugenden Läuse indirekt auf dem Wege über das Gallenparenchym den Blattknospen einen Teil der für den Aufbau der Blattsubstanz benötigten Assimilate entziehen. Da das Längenwachstum so bedeutsam gestört ist, muß aber auch an eine Beeinflussung des Wuchsstoffhaushaltes gedacht werden.



a b

*Abb. 17.* a. Unbefallener Apfeltrieb mit Nebenblättern eines (nach hinten abgehenden) Blattes. b. Von *Doralis pomi* Deg. befallener Apfeltrieb mit auffällig vergrößerten Nebenblättern eines vorne ansitzenden Blattes

Weitere Beobachtungen, die ebenfalls an Apfeltrieben gemacht wurden, weisen noch stärker darauf hin, daß durch die Saugtätigkeit von Aphiden das Wachstum gestört wird. Abb. 17 zeigt zwei gleichaltrige Apfeltriebe, von denen einer vor allem an den Blättern stark mit *Doralis pomi* Deg. befallen war. Zu sehen sind die Triebe, an denen jeweils ein Blatt abgeht. An der Basis der abgehenden Blattstiele befinden sich die kleinen Nebenblätter, die im Normalfalle deswegen so klein bleiben, weil sie vom Hauptblatt aus korrelativ in ihrem Wachstum gehemmt werden. Auffällig ist nun, daß bei starkem Befall des Hauptblattes die Nebenblätter sehr stark wachsen. Ihre Länge ist fast doppelt, ihre Fläche etwa viermal so groß wie bei vergleichbaren Normalblättern. Die gleiche Erscheinung wurde an einer Reihe von befallenen Blättern beobachtet.

An der ungestörten Pflanze werden die Nebenblätter deswegen nicht größer, weil von der Spitze des wachsenden Hauptblattes her eine korrelative Hemmung ausgeht. Nach Bünning (1955) kann bei Entfernung des domi-

nierenden Organs der für die korrelative Hemmung verantwortliche Faktor durch ß-Indolylessigsäure, die man auf den Stumpf aufbringt, ersetzt werden. Man nimmt daher an, daß die Wachstumskorrelationen durch Wuchsstoffe gesteuert werden. Die Störung der korrelativen Wachstumsverhältnisse von Apfelblättern durch Aphidenbefall beweist somit erneut, daß diese durch ihre Saugtätigkeit den Wuchsstoffhaushalt von Pflanzenteilen empfindlich stören können.

## VIII. Wechselwirkungen zwischen dem physiologischen Zustand der Rinde von Weißtannen und der Massenvermehrung von parenchymsaugenden Stammläusen der Gattung *Dreyfusia* CB.

Nachdem sich die bisher durchgeführten Untersuchungen vor allem mit Siebröhrensaugern befaßt haben, soll jetzt versucht werden, auch die Wechselwirkungen zwischen Wirt und Parasit bei parenchymsaugenden Läusen näher zu untersuchen. Bei den Arbeiten mit siebröhrensaugenden Aphiden war es möglich, zuerst den normalen Stoffwechsel, die Wasserbilanz etc. der Pflanze zu studieren, ehe experimentell die sofort anstechenden Läuse aufgesetzt und wieder abgenommen wurden. Bei den Parenchymsaugern steht man deswegen vor einer ganz anderen Situation, weil sie sich nicht beliebig von ihrer Saugstelle entfernen und auf andere Gewebe übertragen lassen, sondern mit versenkten Stechborsten vielfach zeitlebens an ihren ersten Einstichort gebunden bleiben. Nur die Untersuchung einer Vielzahl von Proben, bei denen sich Läuse und auch Wirtsgewebe in verschiedenartigen Entwicklungs- bzw. Reaktionszuständen befanden und der Vergleich mit unbesogenen Gewebepartien bot Aussicht auf Erfolg.

Zur Bearbeitung wurden die beiden an der Weißtanne saugenden Chermesiden *Dreyfusia (Adelges) piceae* Ratz. *f. typica* und *D. (A.) nüsslini* CB. *f. schneideri* herangezogen. Auffälligerweise sind Massenvermehrungen dieser Aphiden meist auf Einzelstämme beschränkt, während dicht benachbarte Bäume trotz größter Infektionshäufigkeit – die Infektion erfolgt durch die meist mit dem Wind verwehten Junglarven – lediglich einen sog. „Eisernen Bestand" aufweisen. Bereits hieraus geht hervor, daß die Einzelpflanze für die Massenvermehrung der Läuse von entscheidender Bedeutung zu sein scheint. Die auffällige Erscheinung, daß Massenbefall von Stämmen meist innerhalb von 1–2 Jahren zurückgeht und die Bäume hinterher befallsfrei bleiben, weist auf entscheidende Veränderungen im Rindengewebe hin. Dabei besteht die Möglichkeit, daß eine Art Immunität erworben wird oder aber daß das Rindengewebe so entscheidend in seiner Struktur verändert wird, daß eine Ernährung der Läuse nicht mehr möglich ist. Unsere vorläufigen Untersuchungen hatten bereits ergeben, daß die zweite Möglichkeit realisiert wird, indem die Rinde durch Massenbefall erschöpft wird und durch Abgliederung von vorzeitig gebildeten Rindenschuppen den Läusen keine Möglichkeit zu weiterer Saugtätigkeit beläßt (Kloft, 1955, a, b). Ungeklärt war jedoch noch, welche Voraussetzungen das Tannenrindengewebe bieten muß, damit die interzellulär in den peripheren Gewebepartien saugenden Läuse sich halten und vermehren können. Daher wurden 107 Rindenproben von 59 Stämmen mit verschiedener Befallsstärke zu verschiedenen Jahreszeiten histologisch, cytochemisch und stoffwechselphysiologisch untersucht.

## 1. Morphologische und histochemische Untersuchungen

### a. Rindenzustand von Tannen ohne Massenvermehrung von Tannenstammläusen

In durch die erwähnten *Dreyfusia*-Arten befallenen Tannenbeständen gibt es nahezu keine völlig befallsfreien Tannen während der befallsfähigen Altersstufen, wenngleich ausgesprochene Massenvermehrungen jeweils auf Einzelstämme oder Baumnester beschränkt sind. Die meisten „Normal"-Tannen weisen einen „Eisernen Bestand" auf, der folgendermaßen charakterisiert wird:

Punktweiser Einzelbefall; die Tiere sitzen oft in Lentizellen, Borkenrissen usw., fast nie auf freier Rindenfläche; stets nur Einzeltiere, kein Festsetzen der auslaufenden Larven in der Nachbarschaft des Alttieres. Die Dichte des Befalls kann dabei ziemlich schwanken.

In Anlehnung an die populations-analytischen Untersuchungen von Pschorn-Walcher und H. Zwölfer (1956, 1958) wird in der Folge für den vorgenannten Befallsstatus die Arbeitsbezeichnung $A_0$ gebraucht.

Neben $A_0$-Bäumen konnten auch insgesamt 4 Tannen ohne nachweisbaren Befall untersucht werden. Der Rindenbefund dieser Bäume ist nicht einheitlich, sondern fügt sich in die Variabilität des Rindenbildes bei $A_0$-Stadien ein. Das normale histologische Bild von Tannenrinde wurde unter Anlehnung an die Bearbeitung von Holdheide (1951) bereits näher beschrieben (Kloft, 1955, a, b) Bei spezieller Untersuchung in Hinblick auf den Eiweißgehalt mit dem blau färbenden Reagens Bromphenol-Blau ergibt sich folgendes Bild: Das Phellogen und alles periphere Parenchym einschließlich der Markstrahlen ist meist nur sehr blaßblau bzw. grau gefärbt, vielfach fehlt der Blauschimmer mit Ausnahme der Zellkerne völlig. Daraus erhellt also, daß im allgemeinen nur sehr wenig oder überhaupt kein Eiweiß vorhanden ist. An einzelnen Stellen sind jedoch schwächer bis stärker blaugefärbte, also Eiweiß enthaltende Zellen bzw. Zellkomplexe zu erkennen. Es handelt sich dabei bevorzugt um den Parenchympfropf an Lentizellen bzw. um Regenerationsstellen (Überwallungswülste) an Rindenrissen. Im einzelnen wechselt die Quantität solcher Eiweißvorkommen von Baum zu Baum sehr, deckt sich aber nahezu immer vorzüglich mit der Dichte des angegebenen Streubefalls. Da die Lentizellen, unter denen sich stets auslaufende Markstrahlen anhäufen, Orte mit erhöhter Stoffwechselintensität sind (Geurten, 1950) ist die bessere Ausstattung des Zellplasmas der in diesem Bereich liegenden Gewebe mit Eiweiß bzw. Eiweißbausteinen verständlich. Die Eiweißanreicherung bleibt jedoch auf diese Stellen beschränkt und ist geeignet, den punktweisen Einzelbefall bei dem $A_0$-Status hinreichend zu erklären. Zugleich darf angenommen werden, daß die hier gebotenen Eiweißmengen nur zur Ernährung von Einzeltieren ausreichen und somit keine Ansiedelung der auslaufenden Junglarven neben den Muttertieren ermöglichen. Daß der Eiweißgehalt tatsächlich die entscheidende Rolle spielt, wird nachfolgend im Zusammenhang mit den Untersuchungen an Stämmen mit Massenbefall besprochen.

Bei dem $A_0$-Zustand bzw. bei unbefallenen Bäumen ist also bis auf vereinzelte Punkte die Masse der lebenden peripheren Rindengewebe eiweißarm. Eine genauere Analyse zeigt „Degenerations"-Erscheinungen im Plasma vieler Zellen. Sehr häufig ist ein Zustand, den man im Sinne von Küster (1951) als „zellulosige Degeneration" bezeichnen könnte. Hierbei sind die Zellen in ihrer äußeren Form sehr gut erhalten, sind jedoch in ihrem Inneren mit sehr vielen ovalen Plasmaballen erfüllt, die zunächst noch schwach ei-

weißhaltig sein können, dann aber kristallartig durchsichtig werden und die gleiche Lichtbrechung aufweisen wie die Zellwände. Im Anfangsstadium sind die Kerne gut gefärbt, werden dann pyknotisch, um endlich ganz zu verschwinden. Durch braune Pigmenteinlagerungen können die zellulosigen Bällchen stark verfärbt werden, die Zellen können sich so allmählich zu verholzten Gerüstzellen umwandeln. Häufig ist die stärkere Einlagerung von Oxalatkristallen im eiweißarmen Zellinhalt zu beobachten, ein Vorgang, der nach Küster (1951) vielfach charakteristisch für Degenerationserscheinungen an pflanzlichen Zellen ist. Solche Degenerationserscheinungen des Plasmas pflanzlicher Zellen sind offenbar im Anfangsstadium reversibel, so daß die Zellen wieder voll funktionstüchtig werden können. Wir dürfen jedoch diese allmähliche Degeneration von Teilen des Rindenparenchyms als einen durchaus normalen Vorgang bei den mittleren Altersklassen zugehörigen Weißtannen ansehen. Inwieweit Standorts- und Ernährungsfaktoren, also z. B. Trockenheit, Rindenbesonnung, schlechte Mineralsalzversorgung solche Erscheinungen bedingen oder fördern ist bis jetzt noch unbekannt[1].

#### b. Rindenzustand von Tannen mit Massenvermehrungen von Stammläusen

Während im allgemeinen die Mehrzahl der Tannen eines Bestandes nur $A_0$-Befall aufweist, können sich an Einzelbäumen Massenvermehrungen der Läuse entwickeln. Vielfach erfolgen solche Vermehrungen auch horstweise, sie erfassen also eine ganze Gruppe von benachbarten Tannen.

Der Populationszustand läßt sich folgendermaßen beschreiben: Befall bevorzugt an Lentizellen, aber stets auch an freier Rindenfläche. Die Tiere saugen gesellig nebeneinander, ein Großteil der Junglarven setzt sich direkt neben dem Muttertier fest.

Nachstehende Abkürzungen dienen in Anlehnung an die Populationsuntersuchungen von Pschorn-Walcher und H. Zwölfer der Kennzeichnung des Befallsstatus:

$A_1$ = Tiere schon vereinzelt gesellig und auf freier Rindenfläche saugend, ungefähr 2–5 Imagines/cm²

$A_2$ = ungefähr 5–12 Imagines/cm²

$A_3$ = maximale Befallsdichte mit ungefähr 15–20 Imagines/cm²

Da es nicht möglich gewesen ist, bei den Rindenuntersuchungen Unterschiede zwischen Befall mit *D. (A.) piceae* Ratz. *f. typica* und *D. A. nüßlini* CB. *f. schneideri* zu finden, gilt die nachfolgende Darstellung für Befall durch jede der beiden Arten.

Im wesentlichen ist zu Beginn eines flächenhaften Befalls das Bild des Rindenzustands dem bei $A_0$ sehr ähnlich. Während zunächst peripher, also im Bereich des Phellogens und des dazugehörigen Parenchyms, keine Veränderungen erkennbar sind, erscheinen vor allem die Markstrahlen in der Tiefe bereits stärker eiweißhaltig, was insofern der Erwartung entspricht, als ja wohl der Nachschub an Eiweißen bzw. ihren Bausteinen auf diesem Wege erfolgen muß. Es erscheinen dann in der Peripherie einzelne blau gefärbte und somit eiweißhaltige Zellnester, allmählich kann das ganze lebende Gewebe schwach blau reagieren. Es ließ sich an mitgeschnittenen Stechborsten zeigen, daß die zunächst peripher entstehenden einzelnen Blaunester bevorzugt besogen werden. Der Anteil „zellulosig" degenerierter Zellen geht zurück, desgleichen der Gehalt an eingelagerten Oxalaten. Bei stärkerer Vermehrung der Läuse ($A_{2-3}$) färbt sich vielfach das ganze Gewebe mit dem Eiweißreagens stärker an, vor allem reagieren auch die Harzkanäle

[1] Nach frdl. mündl. Mitteilung von Herrn Prof. Holdheide, München, fehlen hierüber jegliche Untersuchungen.

mit ihrem Epithel und dem umgebenden Parenchym kräftig. Auffällig ist zumeist die stärkere färberische Hervorhebung von ganz kräftig blauen Gewebenestern, die bei $A_3$-Befall sehr dicht beisammen liegen können und sich 0,6–1,5 mm in die Tiefe erstrecken. Die „Blaunester" liegen somit im direkt den Stechborsten der Läuse zugänglichen Bereich. Im einzelnen variiert dieses Bild natürlich von Baum zu Baum, ja sogar von Befallsstelle zu Befallsstelle am gleichen Stamme außerordentlich stark. Dies entspricht der Feststellung[2], daß auch die normale Borkenbildung einer sehr starken Variabilität unterworfen ist.

Der auffälligste Unterschied zwischen $A_0$-Tannen und solchen mit ansteigendem bzw. (vgl. nächster Abschnitt) Massenbefall liegt im Eiweißgehalt der peripheren Rindengewebe (Tab. 18). Wie Eluierungsversuche mit Wasser,

*Tabelle 18*

**Zusammenhänge zwischen Rindenbefall durch *Dreyfusia*-Arten und Eiweißreaktion des Rindengewebes von Weißtannen**

| Befallsbild der Rinde | Anzahl der untersuchten Proben | keine oder fast keine Eiweißreaktion | Eiweißreaktion an vereinzelten Rindenstellen | Flächenhafte Eiweißreaktion schwach | mittelstark | kräftig |
|---|---|---|---|---|---|---|
| eiserner Bestand ($A_0$) einschließlich primärer Nichtbefall | 41 | 3 | 26 | 12 | 6 | — |
| Massenvermehrung ($A_{1-3}$) | 39 | — | 3 | — | 21 | 14 |
| zurückgehender Befall ($Z_{1-2}$) | 10 | — | 7 | 1 | 2 | — |
| Befall erloschen ($Z_0$) | 17 | 7 | 10 | — | — | — |
| Summe | 107[1] | 10 | 46 | 13 | 29 | 14 |

[1] Die Summe der untersuchten Proben (107) stimmt nicht mit der Anzahl der in der Tabelle registrierten Reaktionsbefunde (112) überein, da manche Rindenproben auf Grund ihres Bildes in 2 Spalten eingereiht werden mußten.

Glyzerin und 50%igem Äthanol an gefärbten Rindenschnitten ergaben, handelt es sich bei den im Falle von Massenvermehrungen eingelagerten, mit Bromphenol-Blau reagierenden Stoffen bevorzugt um *lösliche Eiweißbausteine*, also freie Aminosäuren und Peptide. Dies erscheint von großer Bedeutung für die Ernährung der interzellulär im Parenchym saugenden Läuse, da wohl nur niedermolekulare Stoffe durch die Zellmembranen diffundieren können. Daß neben den die Stoffwechselenergie liefernden löslichen Kohlenhydraten Eiweißbausteine eine ganz besondere Bedeutung für Wachstum und Reproduktion von Läusen besitzen, ist für Siebröhrensauger bereits bekannt. Die Aufdeckung ähnlicher Verhältnisse für parenchymsaugende Aphiden ist daher von ganz besonderer Bedeutung.

Die Zusammenhänge zwischen dem Eiweißgehalt der Tannenrinde und der Massenvermehrung der Stammläuse werden noch überlagert durch jahreszeitlich wechselnde Verschiebungen des Eiweißgehaltes der Rinde, die bei den Untersuchungen aufgedeckt werden konnten. Dies war dadurch mög-

[2] Nach freundlicher mündlicher Mitteilung von Herrn Prof. HOLDHEIDE.

lich, daß von einzelnen Stämmen mehrfach Proben genommen wurden. Verschiedene $A_0$-Bäume zeigten im Mai eine schwache allgemeine Eiweißreaktion der Rindenzellen, die mit Beendigung des „Maitriebes" wieder verschwand. Ein zweites derartiges physiologisches Eiweißmaximum dürfte sich in Anpassung an die Verhältnisse beim Siebröhrensaft von (Laub-) Bäumen (Ziegler, 1956) bei näheren Untersuchungen evtl. im August-September finden lassen.

### c. Rindenzustand von Tannen mit zurückgehendem Massenbefall

Der Massenbefall hält sich nach Erreichen der maximalen Besiedelungsdichte ($A_3$) an den einzelnen Bäumen unterschiedlich lange. Früher oder später beginnt ein Rückgang des Befalls bis zum völligen Verschwinden. Dieser Rückgang läßt sich bei den cytochemischen Untersuchungen immer mit einem gleichzeitigen Schwinden des Eiweißgehaltes der Rindengewebe identifizieren (Tab. 18). Während zunächst stellenweise, dann allgemeiner die Blaureaktion der peripheren Zellagen zurückgeht, bleiben zunächst noch die blauen Nester erhalten. Damit einher gehen zunehmend stärker werdende Degenerationserscheinungen: Die Kerne werden pyknotisch, das Plasma wird völlig grau und lagert große Mengen brauner Pigmentkörnchen ein. Die Erscheinung der „zellulosigen" Degeneration zeigt sich jedoch in nur sehr wenigen Fällen, sie scheint charakteristisch zu sein für die ganz allmähliche Transformation von lebenden Rindenzellen in verholzte Gerüstzellen an ungestörter Rinde.

Mit fortschreitendem Rückgang der Massenvermehrung werden auch die blauen Nester immer mehr eingeengt, d. h. ihr Eiweißgehalt schwindet und die Zellen degenerieren in zunehmendem Maße irreversibel, vielfach ist eine kräftige Braunverfärbung zu beobachten.

Die frühzeitige Degeneration der Phellogens führt zu unregelmäßiger Borkenbildung, die Borkenzellen sind oft verformt, extrem dünn, gegeneinander verschoben oder sogar völlig miteinander verbacken (Kloft, 1955 a, b).

Diese Erscheinungen führen dann zur vorzeitigen Bildung von Rindenschuppen, d. h. also zur Abschnürung von absterbenden bzw. toten Rindensegmenten bis zu 3 mm Dicke. Die Rindenschuppenbildung setzt normalerweise bei Weißtannen erst in ziemlich hohem Alter ein (Kloft, 1955), wird jedoch hier infolge Erschöpfung der Rindengewebe durch die Läuse vorzeitig ausgelöst. Es bilden sich zahlreiche, vielfach eng aneinanderstoßende, manchmal auch weiter voneinander entfernte Rindenschuppen. Dabei entsteht zunächst eine Art „Demarkationslinie" zwischen abzustoßendem und lebendem Gewebe, unter der sich ein leistungsfähiges sekundäres Phellogen (Korkkambium) herausbildet. Dieses scheidet nach außen hin Borkenzellen ab, welche dann die endgültige Abgrenzung der Schuppe gegen die lebende Rinde vollenden. Es muß ausdrücklich hervorgehoben werden, daß die Ausbildung eines sekundären Phellogens in einer Reihe von Fällen schon *vor* dem Erlöschen des Stammbefalles einsetzte. Die bereits gebildeten Schuppen, die in den einzelenen „Blau-Nestern" noch gewisse Ernährungsmöglichkeiten für die dort noch sitzenden Läuse bieten, können sogar noch vereinzelten lebenden Befall aufweisen. Wo zwischen den einzelnen sich bildenden Schuppen das sekundäre Phellogen in das primäre übergeht, läßt sich eine gewisse, mit der Bildung dieses sekundären Korkkambiums einhergehende

Reaktivierung auch peripherer Bereiche bemerken. An solchen Stellen dürfte auch der künftige „eiserne Bestand" sich ansiedeln können.

In manchen Fällen geht dieser allmählich erfolgenden Rindenschuppenbildung eine besonders radikal und rasch erfolgende Erschöpfung der besogenen Gewebe voraus. Der radikale Kollaps sämtlicher Rindengewebe bis zu 3,5–4 mm Tiefe wurde von KLOFT (1955) beschrieben und konnte auch bei den jetzigen Untersuchungen wiedergefunden werden. Ein solch rascher Kollaps tritt vermutlich dann ein, wenn besonders starke Saugtätigkeit der Läuse und schubartige Neubildung von Borkenzellen (die Borkenzellen werden nicht allmählich im Laufe der Vegetationsperiode gebildet, sondern entstehen kurzfristig in 1–2 Schüben, deren Zeitpunkt man bei der Weißtanne noch nicht kennt[3]) zusammentreffen und hierdurch eine besondere verstärkte Konkurrenz um die vorhandenen Stoffreserven entsteht. Diese Vermutung dürfte gestützt werden durch das mit dem Kollaps einhergehende Verschwinden von Phellogen, Phelloderm und das Auftreten „verbackener" junger Korkzellen. Es handelt sich aber hierbei um Extremfälle. Im allgemeinen verläuft die Rindengeneration in der oben beschriebenen langsameren Weise.

### d. Veränderungen der Zellkerngröße im Saugbereich der Tannenstammläuse

Die Ergebnisse der cytochemischen Untersuchungen sowie auch der im folgenden Abschnitt geschilderten Stoffwechselmessungen weisen auf eine erhöhte Aktivität der besogenen Rindengewebe hin. Da solche Aktivitätssteigerungen vielfach mit Vergrößerungen des Kernvolumens der betroffenen Zellen verbunden sind, war zu untersuchen, ob sich solche in Rinden mit ansteigendem bzw. voll ausgebildetem Massenbefall nachweisen lassen. Tatsächlich konnte diese Vermutung bestätigt werden. Hier sei aus den Messungen nur ein Beispiel dargestellt, welches in besonders eindeutiger Weise die Zellkernvergrößerungen zum Ausdruck bringt: In der Rindenperipherie der Weißtanne verlaufen von oben nach unten im Querschnitt ovale Harzgänge von 0,5–2 mm Durchmesser. Die Harzkanäle liegen etwa 1–2 mm unter der Borke, ihre periphere Wand liegt noch in dem Saugbereich der Tannenstammläuse. Die Wandung besteht aus einigen ringförmig gelagerten Parenchymzellen und einem regelmäßig ausgebildeten, großkernigen Innenepithel. Ausgehend von der Annahme, daß die periphere Wand des Harzkanals stärker im Wirkungsbereich der Läuse liegt als die zentrale, wurden die Zellkerngrößen des zentralen und peripheren Epithels

| | N | M ± m | σ |
|---|---|---|---|
| EPITHEL-KERNE zentral, ⌀ | 96 | 9,6 ± 0,3 µ | 1,0 µ |
| EPITHEL-KERNE peripher, ⌀ | 128 | 14,4 ± 0,6 µ | 2,4 µ |

*Abb. 18.* Messung der Kerndurchmesser des Harzkanalepithels einer befallenen Weißtanne. Die periphere Harzkanalwand liegt im Saugbereich der Läuse

[3] Nach freundlicher mündlicher Mitteilung von Herrn Prof. HOLDHEIDE, München.

ein- und desselben Harzkanals miteinander verglichen. Vorher durchgeführte Messungen an unbefallenen Tannen hatten ergeben, daß die Zellkerngröße des Harzkanalepithels ringsum völlig gleich ist.

An einer befallenen Weißtanne zeigten unsere Messungen am Harzkanalepithel die in Abb. 18 genannten Kerndurchmesser.

Die beiden Mittelwerte sind gut gegeneinander gesichert ($D > 3\,m_D$), die Kernvergrößerung bei den unmittelbar im Sauggebiet der Läuse liegenden Harzkanalepithelzellen ist somit eindeutig. Zudem zeigt sich auch rein cytochemisch durch verstärkte Einlagerung von mit Bromphenolblau reagierenden Substanzen der andere physiologische Zustand der peripher gelegenen Epithelzellen.

Ähnliche Zellkernvergrößerungen im Saugbereich von Aphiden wurden von Anders (1955) bei Reblausblattgallen gezeigt. Woll (1954, a, b) machte die gleiche Feststellung bei Cynipiden-Gallen an Eichen, von beiden Autoren wird die Zellkernvergrößerung auf endomitotische Polyploidie zurückgeführt. Für die an Weißtanne erfaßten Kernvergrößerungen können dahingehend noch keine Aussagen gemacht werden.

### 2. Stoffwechseluntersuchungen an Tannenrinde

Um tiefere Einblicke in die Zusammenhänge zwischen dem Rindenzustand der Weißtanne und ihrem Läusebefall zu gewinnen, wurden zur Ergänzung der histologisch-cytochemischen Untersuchungen auch Messungen der Stoffwechselintensität an einem Teil der untersuchten Tannenrindenproben durchgeführt. Mit den bereits erwähnten Methoden wurde die Atmung sowie die Phosphatasenaktivität von Rindengeweben verschiedener Befalls-Stadien untersucht. Als günstigste Stämme erwiesen sich solche, die neben verschieden stark befallenen Partien auch völlig befallsfreie Rindenabschnitte aufwiesen. In solchen Versuchsserien konnten die gewonnenen Werte unmittelbar miteinander verglichen werden, während dies zwischen verschiedenen Stämmen nicht gleich gut möglich ist.

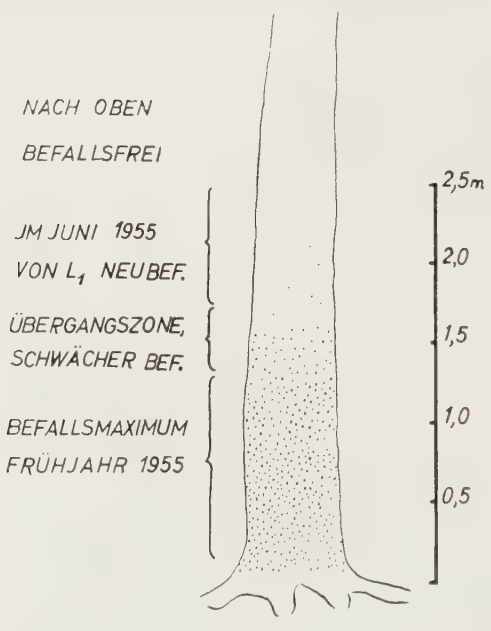



*Abb. 19.* Tanne mit sich nach oben schiebendem Befall durch *D. nüsslini*. Beschreibung im Text, vgl. Tabelle 19

Beide Tannenlausarten steigern den Sauerstoffverbrauch der von ihnen besogenen Gewebe (Tab. 19). Dies zeigte sich am deutlichsten beim Vergleich solcher Proben, die bei gleichem Eiweißgehalt schwach befallen ($A_1$) bzw. völlig unbefallen waren. Stärker befallene Proben hatten immer einen höheren Stoffwechsel als solche mit geringerem Befall, sofern nicht der Höhe-

*Tabelle 19*

**Ringbefallbaum Saland/Nordostschweiz, Nr. 20**
**Gegenüberstellung von Befallsbild, cytochem. Rindenbefund, Phosphatasenaktivität (als Extinktionswert angeg., vgl. allg. Methodik; jeder Wert ist das Mittel aus 5 Ablesungen) und $O_2$-Verbrauch in $mm^3/h$ (bezogen auf 100 mg Frischgewicht) bei Proben-Entnahmen am 2. 5., 8. 9. und 29. 9. 55. Am 2. 5. 55 konnten infolge Aufenthalts im Schweizer Befallsgebiet keine Stoffwechselmessungen durchgeführt werden. Befall in 0,4 m Höhe war im September erloschen**

| Datum | Probe Nr. | Höhe | Befallsbild | cytochem. Rindenbefund | Extinktionswert | $O_2$-Verbrauch |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2. 5. 55 | 16 | 0,4 m | maximaler Befall | peripher schon eiweißarm, in 0,6–1,5 mm Tiefe kräftige Eiweißnester | — | — |
| 2. 5. 55 | 17 | 1,1 m | maximaler Befall (mit Zonen toter $L_1$) | peripher stellenweise noch eiweißhaltig, in 0,6–1,5 mm Tiefe kräftige Eiweißnester | — | — |
| 2. 5. 55 | 18 | 1,7 m | Übergangszone über dem Befall | fast keine Eiweißreaktion | — | — |
| 2. 5. 55 | 19 | 2,6 m | eiserner Bestand | keine Eiweißreaktion | — | — |
| 8. 9. 55 | 151 | 1,0 m | Frühjahrliches Befallsmaximum | peripher und in der Tiefe kräftige Eiweißreaktion | 0,250 | 19,55 |
| 8. 9. 55 | 152 | 1,5 m | an der Grenze, aber noch innerhalb des Frühjahrsbefalls | peripher eiweißarm in 0,6–1,5 mm Tiefe kräftige Eiweißnester | 2,00 | — |
| 8. 9. 55 | 153 | 2,0 m | kein Frühjahrsbefall, im Juni 1955 von $L_1$ (in Diapause) besiedelt | peripher blasse Eiweißreaktion, an vereinzelten Stellen kräftige Reaktion | 0,170 | 17,13 |
| 8. 9. 55 | 154 | 3,0 m | kein Befall | sehr schwache, vereinzelte Eiweißreaktion | 0,150 | 15,34 |
| 29. 9. 55 | 170 | 1,3 m | Frühjahrliches Befallsmaximum | peripher und in der Tiefe kräftige Eiweißreaktion. Nesterweise beginnt irreversible Degeneration | 0,229 | 22,45 |
| 29. 9. 55 | 171 | 1,6 m Nordseite | Frühjahrsbefall schwach, starke Neubesiedlung von $L_1$ (in Diapause) | peripheres Parenchym kaum, tieferes stärker eiweißhaltig | 0,268 | 20,31 |
| 29. 9. 55 | 172 | 1,6 m Südseite | Frühjahrsbefall schwach, starke Neubesiedlung von $L_1$ (in Diapause) | peripheres und tieferes Parenchym stellenweise schon stärker eiweißhaltig | 0,256 | 23,05 |
| 29. 9. 55 | 173 | 2,0 m | kein Frühjahrsbefall, von $L_1$ (in Diapause) neubesiedelt | peripher und tiefer bereits vereinzelt kräftige Eiweißreaktion | 0,197 | 17,41 |

punkt der Massenvermehrung bereits überschritten war. Rinden mit erloschenem Befall konnten im Stadium der Rindenschuppenbildung bei starker Tätigkeit des frisch angelegten sekundären Phellogens einen höheren Sauerstoffverbrauch zeigen als unbefallene oder schwach befallene Stammabschnitte. Einige Werte sind zusammen mit den Messungen der Phosphatasenaktivität in den Tabellen 19 und 20 zusammengefaßt. Es geht daraus hervor, daß die Phosphatasenaktivität, gekennzeichnet durch den Extinktionswert des frei gesetzten Phenolphthaleins (vgl. allgemeine Methodik) bei Rindenproben mit Massenbefall höher ist als bei solchen mit eisernem Bestand. Am günstigsten läßt sich dies bei Bäumen beobachten, die wie z. B. der unten stark mit *D. nüsslini* befallene, oben nur eisernen Bestand aufweisende Baum Nr. 20 an einem Stamm verschiedene Befallsstadien aufweisen (Abb. 19). Während der Frühjahrsbefall 1955 nur bis zu 1,7 m Höhe ging, schob sich der Befall im Verlaufe des Jahres 1955 allmählich nach oben und hatte bereits mehr als zwei Meter Höhe erreicht. Die engen Zusammenhänge zwischen cytochemischem Rindenbefund, Phosphatasenaktivität und $O_2$-Verbrauch bei diesem Baum zeigt Tab. 19.

Die Untersuchung der Proben vom 8. 9. 1955 zeigt zugleich, daß in der Zone mit ansteigender Massenvermehrung ($A_{1-2}$, Proben-Nr. 171/172) eine größere Phosphatasenaktivität vorliegt als bei Zonen, die den Höhepunkt des Befalls bereits vor Monaten erreicht haben ($A_3$, Probe 170).

Als weiteres Beispiel sei dieUntersuchung einer Zwillingstanne von der Lage Gottschalkenberg/Nordostschweiz genannt. Hier teilt sich eine im Bestand stehende Alttanne in zwei, nur durch 1–2 cm Zwischenraum getrennte Einzelstämme, deren einer mittelstarken bis starken *A. nüsslini*-Befall trägt ($A_{2-3}$), während der andere nur einen eisernen Bestand von *A. piceae* ($A_0$) aufweist. Auch hier sind wieder cytochemischer Befund, Phosphatasenaktivität und Sauerstoffverbrauch einander gegenübergestellt.

*Tabelle 20*

**Zwillingstanne am Gottschalkenberg/Nordostschweiz**
**Befallsbild, cytochemischer Rindenbefund, Phosphatasenaktivität und $O_2$-Verbrauch bei Probe-Entnahme am 2. 9. 55. Nähere Angaben vgl. Überschrift zu Tabelle 19**
**Zu einem Stamm gehören jeweils die Proben 136/137 bzw. 138/139**

| Probe Nr. | Höhe | Befallsbild | cytochem. Rindenbefund | Extinktionswert | $O_2$-Verbrauch |
|---|---|---|---|---|---|
| 136 | 1,5 m | *nüsslini*-Befall ($A_{2-3}$) | Rindenparenchym peripher und sehr weit in die Tiefe mit kräftiger, z. T. nestartiger Eiweißreaktion | 0,253 | 23,15 |
| 137 | 2,0 m | *nüsslini*-Befall | Eiweißreaktion peripher und in der Tiefe, aber schwächer als Nr. 136 | 0,198 | — |
| 138 | 1,5 m | *piceae*-Befall eiserner Bestand | Rindenparenchym nur stellenweise schwach eiweißhaltig | 0,108 | 18,78 |
| 139 | 2,0 m | *piceae*-Befall eiserner Bestand | Rindenparenchym nur stellenweise schwach eiweißhaltig | 0,095 | — |

Von Interesse ist es weiterhin, daß bei Bäumen mit erloschenem Befall sich eine hohe, mit der Neubildung eines sekundären Phellogens einhergehende Phosphatasenaktivität einstellt, ein Ergebnis, welches ebenfalls wie im wesentlichen alle Bestimmungen mit den Atmungsmessungen übereinstimmt. Erhöhte Phosphatasenaktivität ist gekoppelt mit verstärkter Respiration. Somit erweitern die Phosphatasen-Untersuchungen das durch die Warburg-Messungen bereits gewonnene Bild von einer erheblichen Stoffwechselsteigerung im Bereich der Rindenzonen mit über den eisernen Bestand hinausgehendem Befall.

Die sich aus den Ergebnissen der parallel zueinander durchgeführten cytochemischen und stoffwechselphysiologischen Untersuchungen ergebenden Vorstellungen über das Zusammenspiel von Parasit und Wirt werden in Kap. IX besprochen.

## IX. Besprechung der Ergebnisse

Wie aus dem Thema der Arbeit hervorgeht, war es eine wesentliche Aufgabe, unsere Kenntnisse über die *wechselseitige* Beeinflussung von Pflanzenläusen und den von ihnen besogenen Pflanzengeweben zu vertiefen. Nachdem es sich dabei um das Zusammenwirken von zwei lebenden Systemen handelt, konnte man nur dadurch dem gesteckten Ziele näher kommen, daß man *beide* Partner mit Hilfe spezieller Methoden sowohl einzeln als auch in ihrem Zusammenwirken untersuchte. Die Arbeit umfaßt daher einerseits die Läuse selbst und im übrigen die Pflanze mit ihren Reaktionen auf die Stiche der pflanzensaugenden Insekten.

Wie die Arbeit zeigt, tritt eine Reihe von teilweise sofortigen Reaktionen auf die Pflanzenlausstiche ein. Da nach unseren Untersuchungen wohl der Stoffentzug selbst die Pflanze nur bei starker und langfristiger Saugtätigkeit beeinflußt, muß die Auslösung der nachgewiesenen Effekte anderweitig erklärt werden. In Frage kommt einerseits die rein mechanische Wirkung der eingestochenen Mundwerkzeuge, andererseits der in die Pflanze deponierte Speichel. Während bei den größeren Wanzen und Zikaden mit ihren rel. groben Mundwerkzeugen, die zudem noch sehr heftig bewegt werden können, die mechanische Wirkung sehr wesentlich sein kann, sind im Hinblick auf die mikroskopischen Dimensionen der Stechborsten bei den Pflanzenläusen geringere Schädigungen der Pflanzengewebe zu erwarten, die jedoch nicht vernachlässigt werden dürfen. Das Schwergewicht der die Insekten betreffenden Untersuchungen wurde zunächst auf den *Speichel* verlegt. Dabei interessierte nicht nur dessen Zusammensetzung, sondern auch die Art seiner Sekretion in die Pflanze. Bei Wanzen war die Gewinnung reinen Speicheldrüsensekrets auf präparatorischem Wege leicht möglich, während für die untersuchte Aphide *Myzus ascalonicus* Donc. ein indirektes Verfahren gewählt werden mußte. Einleitende Verhaltensstudien hatten gezeigt, daß diese Laus bei Grünlicht in verschiedenartige Medien einsticht und auch ihren Speichel abgibt. Die mit kleinsten Substanzmengen auskommende Technik der Papierchromatographie ermöglichte eine Analyse des Pflanzenlausspeichels. Geprüft wurde zunächst auf das Vorkommen freier Aminosäuren. Diese interessierten deswegen besonders, weil sie bei pflanzlichen Viruserkrankungen eine zentrale Bedeutung für die Auslösung pathologischer Störungen besitzen und für die vielfach ähnlich aussehenden Pflanzenschädigungen durch

Pflanzenläuse an einen gleichartigen Auslösemechanismus gedacht werden konnte. Tatsächlich fand sich im Wanzenspeichel ein ganzes Spektrum (bis zu 13) *freier* Aminosäuren. In dem untersuchten Aphidenspeichel ließen sich wegen seiner geringen Menge zwar nur vier AS fassen, doch kann auch hier noch mit weiteren AS gerechnet werden. Mit den nachgewiesenen freien AS wurde in der Folge experimentiert und es ließ sich nachweisen, daß eine Reihe der durch Pflanzenläuse in der Pflanze hervorgerufenen Störungen allein durch die freien AS des Speichels erklärt werden kann.

Da der *Ferment*-Ausstattung des Speichels besondere ernährungsphysiologische Bedeutung zukommt, wurde auch diese in die Untersuchung einbezogen. Weil nun die Carbohydrasen bereits sehr gut untersucht sind, wurde auf einige andere Fermente geprüft. Es ist dabei erstmalig gelungen, *reinen* Aphidenspeichel auszutesten. Dies hat gegenüber den bisher an Speicheldrüsenhomogenisaten durchgeführten Untersuchungen den Vorteil, daß nicht mit einer Störung durch endozelluläre Enzymsysteme gerechnet zu werden braucht. Im Speichel der Zwiebellaus konnten im Gegensatz zu dem der mituntersuchten Feuerwanze weder Phosphatasen oder Phosphorylasen, noch Proteinasen gefunden werden. Hierdurch werden die sich auf die Carbohydrasen beziehenden Untersuchungen von Duspiva erweitert und erneut gezeigt, wie geringfügig die Fermentausstattung des Speichels bei *Siebröhrensaugern* ist. Diese sind auf Grund ihrer hochspezialisierten Ernährungsweise in der Lage, direkt die pflanzlichen Leitungsbahnen anzuzapfen und diesen den unveränderten Siebröhrensaft zu entnehmen. Da dieser durchweg leicht spalt- bzw. resorbierbare Stoffe enthält, ist das Fehlen von Fermenten im Speichel nicht erstaunlich. Eine Ergänzung hierzu bedeutet das Ergebnis, daß bei der Zwiebellaus die Speichelsekretion nicht kontinuierlich, sondern in Phasen, die mit dem Einstechen und Ziehen der Mundwerkzeuge gekoppelt sind, erfolgt. Nach erfolgtem Einstich wird nämlich bei der Zwiebellaus – unabhängig von der Saugdauer – kein Speichel mehr sezerniert. Der aus den Siebröhren ausfließende Nahrungssaft bedarf ja weder einer extraintestinalen Verdauung noch zusätzlicher Transportflüssigkeit. Erst beim Ziehen der Stechborsten wird wieder Speichel abgegeben und es entsteht somit der Eindruck, daß dieser in erster Linie als Gleit- und Abdichtungsmittel benötigt wird. Doch scheinen auch Zusammenhänge mit der Nahrungsaufnahme zu bestehen, da diese erst 5–6 Min. nach dem Einstich, somit nach Beendigung der ersten Phase der Speichelausschüttung beginnt.

Die der Ermittlung des Mechanismus der Nahrungsaufnahme geltenden Berechnungen sind sehr aufschlußreich. Aus der Berechnung der im Nahrungsrohr der Zwiebelläuse herrschenden Kapillarkräfte ergab sich, daß der Siebröhrensaft durch diese bis zu einer Höhe von etwa 10 m steigen könnte. Diese durch reine Kapillarkraft erfolgende Füllung des Nahrungsrohres hat wahrscheinlich vor allem für die der Geschmacksprüfung dienenden kurzen Probestiche besondere Bedeutung, da sich die Geschmackssinnesorgane am oberen Ende des Nahrungsrohres befinden. Die für den Transport der Nahrung durch die Stechborsten erforderlichen Kräfte konnten nach Bestimmung der durchschnittlichen stündlichen Nahrungsaufnahme ebenfalls überschlägig berechnet werden. Bei einer mittleren Strömungsgeschwindigkeit von 26,4 mm/sec$^{-1}$ wird ein Druckabfall von rund 14 Atmosphären benötigt, der wahrscheinlich von seiten der Pflanze geliefert wird. Solange jedoch von pflanzenphysiologischer Seite noch nicht Transportmechanismus und Druckverhältnisse in den Siebröhren geklärt sind, wird keine endgültige Entschei-

dung darüber möglich sein, ob die in den Siebröhren saugenden Läuse tatsächlich gar nicht saugen, sondern den Pflanzensaft in die Mundöffnung gepreßt bekommen und somit nur schlucken müssen. Immerhin liefert unsere Berechnung der Pflanzenphysiologie eine Zahlengrundlage für den auf Grund unserer Überlegungen zu postulierenden Mindestdruck in den Siebröhren.

Sehr viel schwieriger sind die Verhältnisse bei den *Parenchymsaugern* unter den Pflanzenläusen zu beurteilen. Bei diesen ist eine Aussage über den Mechanismus ihrer Nahrungsaufnahme bisher kaum möglich. Schon eine gravimetrische Bestimmung der durchschnittlich aufgenommenen Nahrungsmenge scheitert daran, daß man die im Parenchym saugenden Läuse nicht beliebig zum Anstechen und Saugen bringen kann, da sie ihre Saugstelle meist nur bei Häutungen wechseln. Die Speichelsekretion scheint hier mehr oder minder kontinuierlich zu erfolgen, wie wir unter Bestätigung der von ANDERS an Rebläusen gewonnenen Ergebnisse feststellen konnten. Eine solche Dauersekretion erscheint bei den ihre Nahrung meist interzellulär saugenden Parenchymsaugern verständlich, wenn der Speichel diesen zum Zufluß bzw. zur Erschließung der Nahrung verhelfen kann. Allerdings muß die von ZWEIGELT geäußerte Ansicht, daß der interzellulär deponierte Speichel hypertonisch sei und dadurch auf osmotischem Wege den Nahrungszustrom bewirkt, abgelehnt werden; denn dies würde allenfalls zum Zustrom von Wasser, nicht aber von gelösten Nahrungsstoffen führen. Einen viel besseren Hinweis auf die Rolle des Speichels bei der Nahrungsaufnahme ergibt der durch unsere Untersuchungen erfolgte Nachweis von *Permeabilitätserhöhungen* im Nahbereich der Einstichstellen von Zwiebelläusen bzw. durch den Speichel von Wanzen. Durch die Permeabilitätssteigerung können aus den im Wirkungsbereich des Speichels liegenden Zellen in vermehrtem Umfange niedermolekulare Nahrungsstoffe zur Saugstelle diffundieren und der interzelluläre Anstich führt somit zur ernährungsphysiologischen Ausnützung ganzer Zellkomplexe. Die Parenchymsauger werden auf diese Weise ähnlich wie die in Transportbahnen saugenden Siebröhren- (Phloem-) Sauger vom begrenzten Inhalt einer Einzelzelle unabhängig. Intrazelluläre Stiche würden dagegen, wie aus unseren zellphysiologischen Untersuchungen hervorgeht, infolge Koagulation des Plasmas den Nahrungsstrom sehr rasch blockieren. Dies gilt jedoch *nicht* für das Einstechen in Siebröhrenzellen, die im Verhältnis zu ihrer großen Zellsaftvakuole nur einen dünnen Plasmaschlauch besitzen. Das Durchstechen der dünnen Plasmahaut dürfte hier nur eine lokale Schädigung setzen, welche die Funktionsfähigkeit der Zelle nicht wesentlich stört.

Es muß also auf Grund dieser Überlegungen ein wesentlicher Unterschied zwischen den *intra*zellulär einstechenden Siebröhren-Saugern und den meist *inter*zellulär saugenden Parenchymsaugern gemacht werden. Eine solche Unterscheidung ist bisher, soweit überhaupt erfolgt, nur nach ganz äußerlichen Gesichtspunkten, nämlich nach der Wahl des besogenen Gewebes getroffen worden. Es zeigt sich aber jetzt, daß die Unterschiede doch viel tiefgreifender sind und auch noch über die Verschiedenheiten bei der Nahrungsaufnahme hinausgehen. Wie erwähnt, hat der Speichel für die Parenchymsauger eine viel größere Bedeutung als für die Phloemsauger, weil er die Voraussetzung für eine kontinuierliche Diffusion von Nahrungsstoffen zur Rüsselspitze hin schaffen muß. Im Gegensatz zu den Siebröhrensaugern ist daher eine Dauersekretion erforderlich. Hierdurch wird aber gleichzeitig ein Teil der Wasserexkretion übernommen, da ja kontinuierlich Flüssigkeit in die Pflanze zu-

zückgepumpt wird. Tatsächlich scheiden parenchymsaugende Pflanzenläuse sehr viel weniger flüssige Darmexkrete aus als Phloemsauger und unter den Parenchymsaugern findet sich keine einzige Art, die als Honigtau-Erzeuger eine besondere Bedeutung besitzt. Auch die im allgemeinen größere Schädlichkeit parenchymsaugender Insekten muß wohl nicht vom Stoffentzug, sondern von der Sekretion größerer Speichelmengen her verstanden werden.

Alle die in bezug auf die Nahrungsaufnahme ermittelten Ergebnisse weisen darauf hin, wie hochentwickelt das Parasit-Wirt-Verhältnis bei den Pflanzenläusen ist. Weder die Siebröhrensauger noch die Parenchymsauger unter den Pflanzenläusen verfahren in einer ähnlich zerstörerischen Weise mit dem Wirtsgewebe, wie dies für Spinnmilben, Blasenfüße, verschiedene Wanzen und Zikaden zutrifft, die einzelne Zellen oder Zellkomplexe mit Hilfe ihrer Speichelfermente völlig auflösen und aussaugen.

Wenn auch bei der Saugtätigkeit der Pflanzenläuse zumindesten anfänglich keine äußerlichen Schädigungen zu erkennen sind, so muß doch bei einem solch hochempfindlichen System, wie es eine Pflanze darstellt, mit physiologischen Reaktionen vor allem auf die Speichelsekretion gerechnet werden. Dem Studium dieser Effekte war ein bedeutender Teil der Arbeit gewidmet, wobei der Versuch als gelungen bezeichnet werden darf, die pflanzenphysiologischen Störungen direkt dem Einstechen und Ziehen der Mundwerkzeuge und den damit verbundenen Speichelausschüttungen zuzuordnen. Als besonders auffällige *Primäreffekte* sind die schockartigen Störungen der Wasserbilanz – betroffen sind sowohl Wasseraufnahme als auch Transpiration – sowie die starken Auswirkungen auf den Gasstoffwechsel besogener Pflanzenteile zu bezeichnen. Daraus, daß beide Erscheinungen nicht nur beim Anstich, sondern gleichermaßen auch sofort nach Entfernung der Läuse auftreten, läßt sich wohl mit Sicherheit schließen, daß sie eng an die Speichelausschüttung gekoppelt sind. Vor allem das allmähliche Auspendeln der Assimilationsstörungen, welches in den URAS-Versuchen vorzüglich registriert werden konnte, weist auf ein langsam unwirksam werdendes stoffliches Prinzip hin. In diesem Zusammenhange muß hervorgehoben werden, daß schon die im Speichel der Zwiebellaus nachgewiesenen freien Aminosäuren sowohl die Wasserbilanz als auch die Assimilation und Respiration von Pflanzen in hohen Verdünnungen empfindlich stören können. Der Schluß liegt daher nahe, daß die erwähnten Primäreffekte allein durch diese Inhaltsstoffe des Speichels hervorgerufen werden können. Solange jedoch die Analyse des Pflanzenlausspeichels noch nicht weitergetrieben ist – gedacht wird hier vor allem an höhermolekulare Eiweißbausteine bzw. Eiweiße und Eiweißverbindungen –, muß jedoch damit gerechnet werden, daß noch weitere Stoffe störend in die Lebensäußerungen der Pflanze eingreifen, auch die mechanisch bedingten Effekte dürfen nicht vernachlässigt werden.

Bei Betrachtung der durch die freien AS hervorgerufenen Störungen ist die Tatsache am erstaunlichsten, daß die wirksamen AS durchaus keine Fremdstoffe darstellen, sondern in der Pflanze selbst vorhanden sind. Es kann hier ähnlich wie z. B. bei Ionen-Antagonismen und anderen Wechselwirkungen zwischen physiologisch aktiven Stoffen so sein, daß bereits geringfügige Verschiebungen im Konzentrationsgleichgewicht, in unserem Falle der vorhandenen freien AS, Störungen induzieren.

Durch die Arbeiten von Fitting ist die hohe plasmakinetische Wirksamkeit freier AS auf Pflanzenzellen erkannt worden. Gleichzeitig weist Fitting darauf hin, daß sehr rasch Gewöhnungen an die entsprechenden AS bzw.

AS-Konzentrationen eintreten und die Anregung der Plasmaströmung von Algenzellen dann unterbleibt. Die von uns eindeutig gesicherte Erscheinung, daß bei mehrmalig hintereinander erfolgendem Aufsetzen von Blattläusen auf ein Blatt keine Schocks mehr in der Wasserbilanz auftreten, stellt hierzu ein interessantes Gegenstück dar. Wir möchten diese von uns im Sinne von Gäumann & Naef-Roth als „Desensibilisierung" bezeichnete Auswirkung mit dem Fittingschen Begriffe „Gewöhnung" gleichsetzen. Auch von dieser Seite her ließe sich ableiten, daß die Wasserbilanzstörungen auf die freien AS des Speichels zurückzuführen sind. Man müßte dann allerdings auch bei den übrigen Stoffwechselstörungen mit Desensibilisierungserscheinungen rechnen können, jedoch fehlen hierzu noch entsprechende Untersuchungen. Derartige Desensibilisierungen möchte man jedoch ganz allgemein postulieren, da ja sonst dicht von Aphiden besetzte Pflanzenteile ständigen Schockwirkungen ausgesetzt sein müßten. Wie nämlich an der Zwiebellaus gezeigt werden konnte, wechseln auch scheinbar ruhig sitzende Siebröhrensauger durchschnittlich alle zwei Stunden ihre Saugstelle und ergießen dabei Speichel in die Pflanze, so daß diese also, statistisch betrachtet, einer ständigen Speichelsekretion ausgesetzt ist. Trotzdem ist die Menge des in die Pflanze ergossenen Speichels sehr viel geringer als bei Parenchymsaugern, bei denen ja jedes Einzeltier mehr oder minder kontinuierlich sein Speichelsekret in das Pflanzengewebe abgibt.

Der Nachweis einer Desensibilisierung bei den Wasserbilanzstörungen ermöglicht auch eine Aussage über die Bedeutung des Flüssigkeitsentzuges beim Zustandekommen der Schockwirkungen auf Wasseraufnahme und Transpiration. Obwohl die entzogene Flüssigkeitsmenge bei einer Besatzdichte von nur 1 Laus/cm² bereits 2–3 % der Eigenwasserbilanz (bezogen auf *M. ascalonicus* Donc. an Veilchenblättern) des Blattes beträgt und sich bei stärkerer Besetzung erheblich steigern kann, dürfte sie die geringste Rolle beim Entstehen der Störungen spielen, weil sie auch nach wiederholtem, zu Desensibilisierungen führenden Aufsetzen immer ungefähr gleich sein dürfte.

Den als Primäreffekten bezeichneten Auswirkungen auf seiten der Pflanze können *sekundäre* Störungen zur Seite gestellt werden. Abgesehen von den bereits bekannten äußerlich sichtbaren Wachstumsstörungen, Verfleckungen, Mißbildungen, Gallen etc. gehören hierher auch eine Reihe von nur physiologisch faßbaren Reaktionen. Am wesentlichsten sind dabei die offenbar langfristigen Respirationssteigerungen, die bereits einige Stunden nach dem Aufsetzen der Läuse die anfängliche Atmungshemmung ablösen und vor allem bei Parenchymsaugern bedeutende Ausmaße erreichen. Hierher gehört auch die gleichsinnige Erhöhung der Phosphatasenaktivität in besogenen Geweben. Zweifellos wird von stark besogenen Rindengeweben und Blättern – in unseren Blatthälftenversuchen lag immerhin eine Läusedichte von 10/cm² vor – eine erhöhte Transportleistung verlangt, da sie sowohl die von den Läusen aufgenommenen als auch die für den erhöhten Eigenstoffwechsel benötigten Stoffe herbeischaffen müssen. Die mit der Transportarbeit belasteten Zellen, im Blatt die Geleitzellen der Siebröhren, in der Rinde die Markstrahlzellen, sind aber nach Ziegler Orte mit hoher Phosphatasenaktivität. Es besteht daher die Möglichkeit, daß die Erhöhung der Phosphatasenaktivität in stark besogenen Geweben sich speziell auf die beiden für Transportleistungen gleichermaßen verantwortlichen Gewebeanteile bezieht. Jedoch dürfte darüber hinaus auch die allgemeine Veränderung der Stoffwechsellage

besogener Gewebe zu Veränderungen der Phosphatasenaktivität führen können.

Auch die bei der Weißtannenrinde festgestellte und für das Wechselspiel zwischen Wirt und Parasit so entscheidend wichtige Einlagerung von Eiweißbausteinen in die Rindenperipherie ist als langfristige Sekundärreaktion auf die Saugtätigkeit der Tannenläuse zu betrachten. Gleiches gilt wohl auch für die evtl. als einfache Stoffkonkurrenz zwischen Pflanzenorgan und Läusen zu deutende Hemmung von Blüte und Blattaustrieb.

Die mit fallender Photosyntheseleistung verbundenen Respirationssteigerungen assimilierender Pflanzenorgane verschlechtern die Stoffwechselbilanz besogener Pflanzenteile erheblich und Auswirkungen auf die Ertragsleistung von Kulturpflanzen sind daher zu erwarten. Auch die Respirationssteigerungen allein, die bei den als besonders schädlich geltenden Läusen wie der San José-Schildlaus und der verwandten Art *Quadraspidiotus pyri* Licht. mehr als 100 % betragen, sind wirtschaftlich bedeutsam. Nach Möller (1954) veratmet die gesamte Rinde einer gesunden 25jährigen Rotbuche rund 6 % der Trockensubstanz des Baumes. Für Apfelbäume kann man wohl einen in der gleichen Größenordung liegenden Wert ansetzen. Wenn, wie dies häufig bei der San José-Schildlaus der Fall ist, die ganze Rinde eines Baumes dicht mit den Parasiten überkrustet ist, dann muß sich eine Atmungssteigerung solchen Ausmaßes sehr ungünstig auswirken. Vielleicht läßt sich die große Schädlichkeit solch gefährlicher Pflanzenparasiten – es handelt sich dabei durchweg um Parenchymsauger – allein von dieser Seite her verstehen.

Abgesehen von der allgemeinen phytopathologischen Bedeutung der Ergebnisse, ist die Arbeit für die pflanzliche Virusforschung von besonderem Interesse. Pflanzenvirosen werden nämlich vorwiegend durch pflanzensaugende Insekten übertragen. Beim Studium der durch die Viren entstehenden Krankheitserscheinungen müssen die durch die Läuse selbst bedingten Effekte abgetrennt werden, wozu allerdings ihre differenzierte Kenntnis Voraussetzung ist.

Einen ganz besonderen Platz im Rahmen der Gesamtbearbeitung nehmen die an der von Tannenläusen der Gattung *Dreyfusia* befallenen Rinde von Weißtannen durchgeführten Untersuchungen ein. Sie ermöglichen nämlich bei *Parenchymsaugern* einen Einblick in das *Zusammenspiel* von *Parasit* und *Wirt* beim Ablauf einer *Massenvermehrung*. Die in parallel laufenden Untersuchungen ermittelten Ergebnisse der cytochemischen und stoffwechselphysiologischen Untersuchungen führen uns zu folgender Vorstellung: Bei anlaufender Massenvermehrung *reagiert* die Tannenrinde auf die Saugtätigkeit mit einer Reaktivierung der peripheren – normalerweise langsam, jedoch zunächst reversibel „degenerierenden" – parenchymatischen Gewebe. Diese Reaktivierung führt zu einer außerordentlich starken Einlagerung vor allem von löslichen Stickstoffverbindungen (Eiweißbausteinen) in die Rindenperipherie. Durch die vermehrte Bereitstellung von löslichen Eiweißbausteinen, welche für die Ernährung der interzellulär saugenden Stammläuse von entscheidender Bedeutung sein dürften, wird wiederum einer größeren Zahl von Junglarven die Ansiedelung ermöglicht. Durch deren Saugen wird wahrscheinlich die reagierende Rindenfläche weiter vergrößert und dadurch schließt sich allmählich der zunächst punktweise Einzelbefall zum Flächenbefall zusammen.

Nachdem die Mehrzahl der Bäume trotz vorhandenen „eisernen Bestandes" und teilweise massiver Infektion jahrelang nicht reagiert, um auf ein-

mal in die Phase der Stammlaus-Massenvermehrung überzugehen, müssen wir annehmen, daß die primäre Voraussetzung für einen beginnenden Massenbefall vom Baum ausgeht, wie dies auch WARTENBERG (1953) für die Blutlausanfälligkeit des Apfelbaumes annimmt. Der Baum reagiert dann nach unseren Vorstellungen auf die Wirkungen, die von den an bevorzugten Plätzen (Lentizellen, Rindenrisse etc.) saugenden Läusen ständig ausgehen und eröffnet so das erfolgreiche, zur Massenvermehrung führende Wechselspiel zwischen Rinde und Stammläusen. Die von den Läusen ausgehende Wirkung ist vermutlich an den injizierten Speichel gekoppelt und besteht zunächst in einer Stoffwechselsteigerung. Diese muß zu vermehrtem Stofftransport in die Rindenperipherie führen, was eine allgemeine Reaktivierung der stoffleitenden Markstrahlen und auch der äußeren Zellbereiche nach sich zieht. Auffällig ist die sich anschließende Einlagerung von Eiweißbausteinen in die Rinde, die vermutlich ein spezifischer Effekt auf die von den Aphiden ausgehende Reizwirkung ist. Interessant ist in diesem Zusammenhang ein Vergleich mit dem Eiweißgehalt der durch *Bacterium tumefaciens* hervorgerufenen Tumoren, die einen wesentlich höheren Gehalt an Proteinen und wasserlöslichen Eiweißbausteinen haben als das normale Gewebe (BRAUN, 1954).

Besondere Wichtigkeit kommt der Aufdeckung enger Zusammenhänge zwischen dem Gehalt des Wirtsgewebes und der Massenvermehrung von Stammläusen deswegen zu, weil damit bei Parenchymsaugern Verhältnisse nachgewiesen wurden, die den für Siebröhrensauger bereits bekannten prinzipiell gleichen. Wie einleitend ausgeführt wurde und auch bei den Aminosäuren-Analysen erneut bestätigt werden konnte, sind nämlich Siebröhrensauger in ihrer Vermehrungsrate überaus stark vom Aminosäurengehalt des Siebröhrensaftes abhängig.

Wegen der intensiven Einlagerung von Eiweißbausteinen, die in zahlreichen Nestern der Rindenperipherie besonders verstärkt ist, könnte man von einer *„physiologischen Galle"*, welche durch die Saugtätigkeit der beiden Tannenstammlausarten in der Weißtannenrinde entsteht, sprechen. Diese bisher in der cecidologischen Literatur wohl noch nicht gebrauchte Bezeichnung ist also nicht durch morphologische Abwandlungen des Gewebes, sondern cytochemisch durch stark vermehrte Einlagerung von Eiweißbausteinen charakterisiert, was für die parenchymsaugenden Läuse zweifellos einen trophischen Vorteil bedeutet. Im strengen Sinne der klassischen Cecidologie werden nur morphologisch faßbare Anomalien als Gallen bezeichnet, von denen aber gefordert wird, daß der fremde Organismus zu ihnen in irgendwelchen ernährungsphysiologischen Beziehungen steht (KÜSTER, 1911). In unserem Falle wird der Begriff „physiologische Galle" in der Überzeugung gebraucht, daß wir bei fortschreitender Vertiefung unserer Kenntnisse über die Wechselbeziehungen zwischen parasitischen Organismen und Wirtspflanzen von einer mehr funktionellen Betrachtungsweise ausgehen müssen. Im übrigen zeigen die an der Tannenrinde gemessenen Zellkernhypertrophien und gelegentliche Zellvergrößerungen im Saugbereich der Läuse, daß sich die Galle auch, wenngleich in geringem Maße, anatomisch manifestiert.

Der Rückgang der Tannenlaus-Massenvermehrung wird – bei Betrachtung von seiten des Baumes – dadurch ausgelöst, daß der zeitweilig gesteigerten Tätigkeit der Rindengewebe ein typischer irreversibler Degenerationsprozeß folgt. Dieser nimmt offenbar seinen Ausgang von pyknotischen Erscheinungen an den vorher hypertrophierten Zellkernen. Es darf angenommen werden, daß mit sinkendem Spiegel an Eiweißbausteinen auch die Vermehrungs-

rate der Stammläuse sinkt. Dies müßte zu einer Populationsverringerung führen, wodurch sich räuberische Feinde der Tannenläuse leichter durchsetzen können und so die Massenvermehrung zu beschleunigtem Zusammenbruch bringen. Der primäre Anstoß zum Verschwinden des Befalles dürfte daher trotz der Ansicht von FRANZ (1956) und KARAFIAT und FRANZ (1956), die den Räubern die entscheidende Bedeutung zuschreiben, vom Baume ausgehen.

Durch die *funktionelle* Bearbeitung sowohl pflanzensaugender Insekten als auch der von ihnen besogenen Pflanzengewebe konnten unsere Kenntnisse über das Wechselspiel zwischen den beiden Partnern entscheidend vertieft werden. Als wichtiger Faktor für das Entstehen einer Reihe von erstmalig erfaßten physiologischen Reaktionen des Wirtspflanzengewebes konnte auf seiten des pflanzensaugenden Insekts der Speichel herausgestellt werden. Unterschiede in dessen Zusammensetzung und Sekretionsweise sind von wesentlicher Bedeutung für die verschiedenartige Nahrungsaufnahme von in den Siebröhren bzw. im Parenchym saugenden Pflanzenläusen. Die Untersuchungen können auf verschiedenen, bisher völlig oder fast ganz unbearbeiteten Gebieten nur einen Beginn darstellen.

## Zusammenfassung

1. Die papierchromatographische Untersuchung des Speichels pflanzensaugender Insekten ergab das Vorhandensein freier Aminosäuren. Bei den Wanzen *Pyrrhocoris apterus* L. und *Palomena prasina* L. wurden 13 bzw. 7 freie Aminosäuren gefunden. Aus dem Speichel der Aphide *Myzus ascalonicus* Donc. konnten vier freie Aminosäuren analysiert werden.

2. Während im Speichel von *Pyrrhocoris apterus* L. Phosphatasen, Phosphorylasen und Proteinasen nachgewiesen werden konnten, fehlen alle diese Enzyme im Speichel von *M. ascalonicus*. Es wird dadurch erneut bestätigt, daß der Speichel von Siebröhrensaugern fermentarm ist.

3. Unter Verwendung von mit $^{32}P$ markierten Zwiebelläusen konnte gefunden werden, daß nur beim Einstich und beim Ziehen der Mundwerkzeuge Speichel abgegeben wird. In der Zwischenzeit wird unabhängig von der Saugdauer kein Speichel abgegeben.

4. Mit der Technik der Autoradiographie wurde die Ausbreitung des Speichels von Einzelläusen und Läusegruppen verfolgt. Die Ausbreitung erfolgt bevorzugt entlang der Blattnerven, bei stärkerem Befall wird der Speichel gleichmäßig über die ganze Blattfläche verteilt.

5. Die Zwiebellaus beginnt erst 5–6 min nach dem Anstich, das ist nach Beendigung der ersten Speichelausschüttung mit meßbarer Nahrungsaufnahme. Die stündliche Nahrungsaufnahme beträgt durchschnittlich 0,09 mg. Der Durchmesser der Nahrungskapillare ist 1 µ, auf Grund reiner Kapillarkräfte könnte der Pflanzensaft rund 10 m hoch steigen. Zur Förderung des ermittelten Stundenvolumens ist eine mittlere Geschwindigkeit von 26,4 $mm.sec^{-1}$ und ein Druckabfall von 14,2 Atm. nötig. Dieser Druck wird wahrscheinlich von der Pflanze geliefert, eine endgültige Aussage ist jedoch erst möglich, wenn von pflanzenphysiologischer Seite der Transportmechanismus in den Siebröhren und die dort herrschenden Druckverhältnisse geklärt sind.

6. Für verschiedene Aphiden konnte nachgewiesen werden, daß sie sowohl die Wasseraufnahme wie auch die Transpiration besogener Pflanzenteile stören. Die registrierten schockartigen Wirkungen sind eng an Einstich und

Ziehen der Mundwerkzeuge gebunden und somit wohl speichelbedingt. Bei mehrmalig wiederholtem Aufsetzen der gleichen Aphidenart treten die Störungen infolge Desensibilisierung nicht mehr ein.

7. Durch die im Speichel der Zwiebellaus nachgewiesenen freien Aminosäuren werden Störungen vor allem der Transpiration, aber auch der Wasseraufnahme von Pflanzenteilen hervorgerufen. Dies spricht dafür, daß die entsprechenden Wirkungen des Stiches von Blattläusen wenigstens teilweise auf die freien Aminosäuren des Speichels zurückgeführt werden können.

8. Die Wasserpermeabilität von Pflanzenzellen wird durch Feuerwanzenspeichel erhöht. Zellphysiologische Versuche ergaben auch im Stichbereich von Zwiebelläusen eine Permeabilitätssteigerung der dem Rüssel nächst gelegenen Zellen. Die Bedeutung dieser Ergebnisse für die Nahrungsaufnahme pflanzensaugender Insekten wird diskutiert. Dabei wird eine scharfe Trennung zwischen dem intrazellulären Einstich der Siebröhrensauger und dem meist interzellulären Saugen der Parenchymsauger getroffen.

9. Die Messung des osmotischen Wertes von vergleichbaren Apfeltrieben mit und ohne Befall durch *Doralis pomi* Deg. ergibt, daß dieser bei befallenen Trieben jeweils 1–3 Atm. geringer als bei unbefallenen ist.

10. Durch das Einstechen von Zwiebelläusen wird die Photosyntheseleistung besogener Blätter sehr verringert. Die Hemmung läßt einige Stunden nach dem Einstich nach, wird jedoch durch das Abnehmen der Läuse erneut in verstärktem Maße hervorgerufen. Dies deutet auf Zusammenhänge mit den Phasen der Speichelausschüttung hin.

Die Atmung wird anfänglich ebenfalls gedrosselt, später aber regelmäßig erhöht. Besonders stark ist die Atmungssteigerung durch im Parenchym saugende Aphiden und Cocciden. Hier werden vielfach Respirationserhöhungen von mehr als 100% an besogenen Gewebepartien gemessen.

Da durch die im Speichel von *M. ascalonicus* nachgewiesenen freien Aminosäuren ebenfalls Respirationssteigerungen und Assimilationshemmungen erzielt werden konnten, ist damit zu rechnen, daß diese am Entstehen der Stoffwechselstörungen besogener Pflanzengewebe beteiligt sind.

11. Gleichsinnig mit den Atmungssteigerungen ist auch die Phosphatasenaktivität von durch verschiedene Pflanzenläuse besogenen Blättern und Rindenpartien erhöht.

12. Die cytochemische Untersuchung einer großen Zahl von Tannenrindenproben mit verschieden starkem Befall durch die Adelgiden *Dreyfusia piceae* Ratz. und *D. nüßlini* CB. ergab, daß die Möglichkeit zur Massenvermehrung vom Eiweißgehalt des Rindengewebes sehr stark abhängig ist. Da lediglich solche Rindenstellen befallen werden, die Eiweißeinlagerung zeigen, ist flächenhafter Befall nur bei allgemeiner Anreicherung von Proteinen, bes. aber löslichen Eiweißbausteinen in der Rindenperipherie möglich.

13. Der Befall durch die Tannenstammläuse führt zu erhöhter Atmung und gesteigerter Phosphatasenaktivität der besogenen Rindengewebe. Die gesteigerte Aktivität der befallenen Rinde zeigt sich auch durch funktionelle Zellkernvergrößerungen im Saugbereich der Läuse.

14. Durch die funktionell ausgerichtete Bearbeitung der beiden Partner Insekt und Pflanze konnten unter Verwendung vielseitiger Arbeitsmethoden unsere Kenntnisse über deren gegenseitige Beeinflussung erweitert werden. Die ermittelten Ergebnisse sind ebenso von allgemein entomologischer wie auch phytopathologischer Bedeutung.

## Summary

This work was undertaken to find out, using plant physiological methods, the reaction of plant tissue to the penetration by and feeding of plant lice; it showed that spontaneous primary reactions and long term secondary reactions must be distinguished. Shock like disturbances in the transpiration and water intake of the host plant and interference with photosynthesis (by lowering of the assimilation rate) and respiration were established as primary reactions. In the vicinity of the puncture, a raising of the permeability, alteration in viscosity and the raising of the rate of flow of protoplasm could be proved cytophysiologically. The importance of these cytophysiological effects on the feeding of the plant lice is discussed. Besides the already known secondary reactions such as inhibition of growth, gall formation, shoot deformation etc., restriction of flowering and shooting and alterations in osmotic value (alterations in enzyme activity) are described, as well as long term respiration increases, e. g. attack by *Quadraspidiotus perniciosus* Comst. raises the oxygen consumption to three times its normal value. As it was thought that, besides the mechanical effects, the saliva of plant lice was mainly responsible for phytopathological symptoms, analyses of pure saliva were carried out to determine the enzymes and free amino acids. The free amino acids found had an effect on the respiration, photosynthesis and water balance of the plant tissues and must therefore be largely concerned in the phytopathological effects.

The mechanism of saliva secretion was found by the use of a tracer ($P^{32}$). In phloem feeding aphids *(Myzus ascalonicus* Donc.), saliva is secreted only with insertion (6–8 min. long) and retraction of the stylets and not in the intervening time no matter how long the insect may feed. In contrast to this, parenchyma feeders secrete more or less continuously and the fundamental differences between the two types of feeding are fully discussed. The mutual effects on plant and aphid, with a parenchyma feeding species, are well illustrated by histochemical and physiological methods, using as an example the bark of *Abies pectinata* attacked by *Adelges piceae.*

The spread of saliva in the plant is described in detail, using autoradiographic and X-ray techniques. The mechanism of feeding in *Myzus ascalonicus* is calculated in relation to the relevant pressure conditions and rates of flow.


## Nachtrag

Wie einleitend erwähnt wurde, ist die Arbeit bereits 1956 abgeschlossen worden, ihr Erscheinen ist aus drucktechnischen Gründen jedoch erst jetzt möglich. Es ist daher notwendig, die wichtigste inzwischen erschienene Literatur in diesem Nachtrag zu erwähnen und mit den Ergebnissen der Arbeit in Zusammenhang zu bringen.

Auch für Spinnmilben (Liesering, 1959) und Thysanopteren (Kloft und Ehrhardt, 1959) konnte inzwischen mit der Tracermethodik nachgewiesen werden, daß beim Anstich Speichel ins Pflanzengewebe deponiert wird. Neuerdings hat auch Anders (1957, 1958 a, b) im Speichel der Reblaus Aminosäuren gefunden und ihre gallenerregende Wirkung nachgewiesen, wodurch unsere Ergebnisse allgemeinere Bedeutung erlangen. Uns selbst gelang weiterhin der Nachweis freier Aminosäuren im Speichel mehrerer Aphiden, u. a.

bei der als besonders phytotoxisch wirksamen Sitkafichtenlaus *Liosomaphis abietina* Walk. (Kloft u. Ehrhardt, 1959). Zum Vorkommen von Fermenten im Speichel von Rhynchoten gibt Nuorteva (1958) eine neuere Zusammenfassung. Speziell der Nachweis von Pektinase ist inzwischen bei einer großen Anzahl von Blattläusen und einem Psylliden gelungen (Adams & McAllan, 1958). Zur Nahrungsaufnahme der Blattläuse hat inzwischen Mittler (1957, 1958) an *Tuberolachnus salignus* Gmelin sehr wesentliche Studien durchgeführt. Er bringt den vorliegenden Berechnungen ähnliche Überlegungen zur Mechanik der Nahrungsaufnahme, kommt aber für sein Versuchstier zu einem notwendigen Mindestdruck von 20 at. Weiterhin befaßt er sich mit der Zucker- und N-Zusammensetzung des Siebröhrensaftes unter besonderer Berücksichtigung des Stickstoffhaushaltes der Tiere. Er weist auch darauf hin, daß die Nahrungsaufnahme gesteuert werden kann, was nach Martini (1958) mit Hilfe der Valvula cardiaca erfolgen dürfte. Leider war beim Druck der Arbeiten von Hennig (1959) sowie Banks & Nixon (1959) die vorliegende Arbeit noch nicht erschienen, die klar herausarbeitet, wie groß der Zeitraum ist zwischen Einstich und Erreichen des Phloems bzw. der ersten Nahrungsaufnahme, und die vor allem feststellt, daß diese Vorgänge in Zusammenhang stehen mit der phasenartig erfolgenden Speichelausschüttung.

Auch durch die Nahrungsaufnahme von Spinnmilben werden Wasserbilanz und Stoffwechsel der befallenen Pflanzenteile verändert (Liesering, 1959). Auf die Wirkung der Stiche von *Myzus ascalonicus* Donc. auf pflanzliche Zellen und Gewebe geht unter besonderer Berücksichtigung auch der mechanischen Komponente die inzwischen abgeschlossene Dissertation meines Mitarbeiters J. Marek (1959) ein.

## Literatur


Adams, J. B. & McAllan, J. W.: Pectinase in certain insects. – Can. J. Zool. **36**, 305–308 (1958).

Allen, P. J.: Physiological aspects of fungus diseases of plants. – Ann. Rev. Plant Physiol. **5**, 225–248 (1954).

Anders, F.: Zytologische Untersuchungen an der Reblaus – Blattgalle. – Experientia **11**, 322 (1955).

— Über die gallenerregenden Agenzien der Reblaus *(Viteus [Phylloxera] vitifolii* Shimer).– Vitis **1**, 121–124 (1957).

— Das galleninduzierende Prinzip der Reblaus (*Viteus vitifolii* Shimer). – Verh. Deutsch. zool. Ges. 1958, 357–363 (1958).

— Aminosäuren als gallenerregende Stoffe der Reblaus (*Viteus [Phylloxera] vitifolii* Shimer). – Experientia **14**, 62 (1958).

Auclair, J. L. & Maltais, J. B.: Studies on the resistance of plants to aphids by the method of paper partition chromatography. – Canad. Ent. **82**, 175–176 (1950).

Auclair, J. L.: Amino acids in insects. – Canad. Ent. **85**, 63–68 (1953).

Auclair, J. L. & Dubreuil, R.: Etude sur les acides aminés libres de l'hémolymphe des insectes par la méthode de chromatographie sur papier filtre. – Canad. J. Zool. **31**, 30–40 (1953).

Balch, R. E.: Studies of the Balsam woolly aphid, *Adelges piceae* Ratz. and its effects on Balsam Fir, *Abies balsamea* (L.) Mill. – Dpt. of Agriculture Ottawa (Canada) Publ. 867, 1–76 (1952).

Banks, C. J. & Nixon, H. L.: The feeding and excretion rates of *Aphis fabae* Scop. on *Vicia faba* L. – Ent. exp. & appl. **2**, 77–81 (1959).

Baptist, B. A.: The morphology and physiology of the salivary glands of Hemiptera – Heteroptera. – Quart. Journ. of Microscop. Science **83**, 91–139 (1942).

Bonnemaison, L.: Contribution à l'étude des facteurs provoquant des formes ailées et sexuées chez les aphidinae. – Ann. de l'Inst. Rech. Agron. Série Ann. des Epiphyties **2**, 1–388 (1951).

Boysen-Jensen, P.: Formation of galls by *Mikiola fagi*. – *Physiologia plantarum* **1**, 95–108 (1948).

Bradley, R. H. E.: Studies on the mechanism of transmission of potato virus Y by the green peach aphid, *Myzus persicae* (Sulz.) *(Homoptera: Aphidae)*. Canad. J. Zool. **32**, 64–73 (1954).

Bramstedt, F.: Über die Verdauungsphysiologie der Aphiden. – Z. Naturf. **3b**, 14–24 (1948).

Bünning, E.: Entwicklungs- und Bewegungsphysiologie der Pflanze. – 3. Aufl., Berlin-Göttingen-Heidelberg (1953).

— Regeneration bei Pflanzen. – Handb. der Allg. Pathol. VI, 1. Tl. (1955).

Büsgen, M.: Der Honigtau. – Jenaische Zeitschr. f. Naturw. (1891).

Carter, W.: The oral secretions of the pineapple mealybug. – J. econ. Ent. **38**, 335–338 (1945).

Commoner, B. & Nehari, V.: The effects of tobacco mosaic virus synthesis on the free amino acid and amide composition of the host. – J. Gen. Physiol. **36**, 791–805 (1953).

D'Ans, J. und Lax, E.: Taschenbuch für Chemiker und Physiker. – 2. Aufl., Berlin (1949).

Day, M. F. & Irzykiewicz, H.: Feeding behaviour of the aphids *Myzus persicae* and *Brevicoryne brassicae* studied with radiophosphorus. – Aust. J. biol. Sci. **6**, 98–108 (1953).

v. Denffer, D.: Die hormonale Beeinflussung pflanzlicher Gestaltungsprozesse. – Ber. oberhess. Ges. f. Natur- u. Heilkd., Gießen, **25**, 123–133 (1952).

— Wuchsstoffinduzierte Hemmung der Blütenbildung durch Gallmilben und Gallinsekten. – Umschau **52**, H. 13 (1952).

Disselkamp, Chr.: Die Schildbildung der San José-Schildlaus (*Quadraspidiotus perniciosus* Comst., 1881). – Höfchenbriefe **7**, 109–155 (1954).

Drilhon, A., Busnel, R. G. & Vago, C.: Les acides aminés libres et les substances fluorescentes du sang et des tubes de Malpighi, de la chenille de *Bombyx mori* L., atteinte de la maladie á polyèdres et de la flacherie. – C. r. Acad. Sci. (Paris) **232**, 360–361 (1951).

Duspiva, F.: Der Kohlenhydratumsatz im Verdauungstrakt der Rhynchoten, ein Beitrag zum Problem der stofflichen Wechselbeziehungen zwischen saugenden Insekten und ihren Wirtspflanzen. – Mitt. Biol. Zentralanst., H. **75**, 82–89 (1953).

— Weitere Untersuchungen über stoffwechsel-physiologische Beziehungen zwischen Rhynchoten und ihren Wirtspflanzen. – Mitt. Biol. Bundesanst. Land- u. Forstw. Berlin-Dahlem H. **80**, 155–162 (1954).

— Enzymatische Prozesse bei der Honigtaubildung der Aphiden. – Verh. Dt. Zool. Ges. Tübingen 1954, Zool. Anz. Suppl. **18**, 440–447 (1955).

Egle, K. und Ernst, A.: Die Verwendung des Ultrarotabsorptions-Schreibers für die vollautomatische und fortlaufende $CO_2$-Analyse bei Assimilations- und Atmungsmessungen an Pflanzen. – Z. f. Naturf. **4b**, 351–360 (1949).

— und Schenck, W.: Die Anwendung des Ultrarotabsorptions-Schreibers in der Photosyntheseforschung. – Ber. Dt. Ges. Bot. **64**, 181–197 (1951).

Enser, K.: Histologische Untersuchungen über den Saugstich von *Aspidiotus perniciosus* Comst. (San José-Schildlaus). – Pflanzenschutzber. (Wien) **5**, 204–226 (1950).

Fife, J. M. & Frampton, V. L.: The $p_H$-Gradients extendig from the phloem into the parenchyma of the sugar beet and its relation to the feeding behaviour of *Eutettix tenellus*. – J. Agr. Res. **53**, 581–593 (1936).

Fischer, F. G. und Dörfel, H.: Zur quantitativen Auswertung der Papierchromatogramme von Eiweiß-Hydrolysaten. — Biochem. Zeitschr. **324**, 544–566 (1953).

Fitting: Die Arbeiten 1930–1937 sind ausführlich referiert bei Bünning (1953).

Flemion, F., Weed, R. M., and Miller, L. P.: Deposition of $P^{32}$ into host tissue through the oral secretions of *Lygus oblineatus*. – Contrib. Boyce Thompson Inst. **16**, 285–294 (1951).

Flemion, F., Miller, L. P. and Weed, R. M.: An estimation of the quantity of oral secretion deposited by *Lygus* when feeding on bean tissue. – Contrib. Boyce Thompson Inst. **16**, 420–433 (1952).

Flemion, F., Ledbetter, M. C. and Kelley, E. S.: Penetration and damage of plant tissues during feeding by the tarnished plant bug (*Lygus lineolaris*). – Contrib. Boyce Thompson Inst. **17**, 347–357 (1954).

Francke-Grosmann, H.: Zur Kenntnis der Läuseschäden an Weißtanne *(Abies pectinata)*. – Tharandter Forstl. Jb. **88**, 1050–1082, (1937).

Franz, J.: Natürliche Feinde und Nährpflanze als Begrenzungsfaktoren bei Gradation der Tannenstammlaus, *Adelges (Dreyfusia) piceae*. – Mitt. Biol. Bundesanst. Berlin-Dahlem, H. **85**, 27–30 (1956).

Frey, G.: Aktivität und Lokalisation von saurer Phosphatase in allen vegetativen Teilen einiger Angiospermen und in einigen Samen. – Ber. Schweizer. Bot. Ges. **64**, 390–452 (1954).

Frey-Wyssling, A.: Dynamik des Saftergusses aus turgeszenten Kapillaren. – Ber. Schweiz. Bot. Ges. **42**, 254–283 (1933).

— Stoffwechsel der Pflanzen. – Zürich (1949).

Gäumann, E.: Pflanzliche Infektionslehre. – 2. Aufl., Basel (1951).

— und Jaag, O.: Die physiologischen Grundlagen des parasitogenen Welkens I–III. Ber. schweiz. Bot. Ges. **57**, 30–34, 132–148, 227–241 (1947).

— Über das toxigene und das physikalisch induzierte Welken. – Phytopath. Z. **16**, 226–256 (1950).

Gäumann, E., Kern, H. u. Sauthoff, W.: Untersuchungen über zwei Welketoxine. – Phytopath. Z. **18**, 404–415 (1952).

— Naef-Roth, St., Reusser, P. u. Amman, A.: Über den Einfluß einiger Welketoxine und Antibiotika auf die osmotischen Eigenschaften pflanzlicher Zellen. Phytopath. Z. **19**, 160–220 (1952).

— und Naef-Roth, St.: Über einen mutmaßlichen Desensibilisierungseffekt bei einem Welketoxin. – Phytopath. Z. **20**, 133–166 (1953).

— Richle, K. H., Riggenbach, A. und Flück, V.: Über die Wirkung von Pyramidon auf pflanzliche Zellen. Phytopath. Z. **21**, 279–310 (1954).

Geitler, L.: Endomitose und endomitotische Polyploidisierung. — Wien (1953).

Geurten, J.: Untersuchungen über den Gaswechsel von Baumrinden. Forstwiss. Zbl. **69**, 704–741 (1950).

Glick, D. and Fischer, E. E.: In Glick, D., Techniques of Histo- and cytochemistry, N. Y. (1949).

Gösswald, K.: Die Rote Waldameise und ihre Umwelt. – Der Biologe **11**, 180–191 (1942).

— Die Rote Waldameise im Dienste der Waldhygiene. – Lüneburg (1951).

Gomori, G.: Microtechnical demonstration of phosphatase in tissue sections. – Proc. Soc. Exper. Biol. and Med. **42**, 23 (1939).

Gorius, U.: Vorläufige Untersuchungen zur Frage der Disposition der Weißtanne (*Abies alba)* gegenüber Befall durch die Tannenstammlaus *(Adelges piceae* Ratz.). Unveröff. Mskr. (1954).

— Untersuchungen über den Lärchenbock, *Tetropium Gabrieli* Weise mit besonderer Berücksichtigung seines Massenwechsels. – Z. angew. Ent. **38**, 157–205 (1955).

Hamilton, M. A.: Further experiments on the artificial feeding of *Myzus persicae* Sulz. – Ann. appl. Biol. **22**, 243–258 (1935).

Hennig, E.: Untersuchungen am Saugakt von *Aphis fabae* Scop. mit $^{32}P$. – Naturwiss. **46**, 410—411 (1959).

Henssen, A.: Die Dauerorgane von *Spirodela polyrrhiza* (L.) Schleid in physiologischer Betrachtung. – Flora (Allg. Bot. Ztg.) **141**, 523–566 (1954).

Herford, G. M.: Secretion of enzymes, *Empoasca (Homoptera)*. – Ann. appl. Biol. **22**, 301–306 (1935).

Holdheide, W.: Anatomie mitteleuropäischer Gehölzrinden. Handb. der Mikroskopie in der Technik **V**, T. 1, Frankfurt (1951).

Huber, B.: Die Siebröhren der Pflanzen als Nahrungsquelle fremder Organismen und als Transportbahnen von Krankheitskeimen. – Biologica Generalis **16**, 310–343 (1943).

— Registrierung des $CO_2$-Gefälles und Berechnung des $CO_2$-Stromes über Pflanzengesellschaften mittels Ultrarot-Absorptionsschreiber. – Ber. Dt. Bot. Ges. **63**, 53–64 (1950).

— Der Einfluß der Vegetation auf die Schwankungen des $CO_2$-Gehaltes der Atmosphäre. – Arch. f. Meteorol., Geophysik u. Bioklimatol. Ser. B. Allg. u. Biol. Klimatol. **4**, 154–167 (1952).

— und Bauer, L.: Wasserumsatz und Stoffbewegungen. – Fortschr. der Botanik **17**, 483–508 (1955) und folgende Bände, bes. **21**, 232–246 (1959).

Karafiat, H. und Franz, J.: Studien zur Populationsdynamik der Tannenstammlaus *Adelges (Dreyfusia) piceae* (Ratz.) *(Hemipt., Adelgidae)*. – Zool. Jb. (Systematik) **84**, 467–504 1956).

Kennedy, J. S. & Booth, C. O.: Methods for mass rearing and investigating the host relations of *Aphis fabae* Scop. – Ann. appl. Biol. **37**, 451–470 (1950).

— & Mittler, T. E.: A method of obtaining phloem sap via the mouth-parts of aphids. – Nature **171**, 528 (1953).

Kern, H.: Welkekrankheiten und Welketoxine bei Pflanzen. – Schweizer Hochschulztg. **28**, 1–7 (1955).
— Die Beeinflussung der Wasserbilanz durch Welkestoffe und Parasiten. – Handb. Pflanzenphysiol. Bd. III (1956).
Kloft, W.: Vergleichende Untersuchungen an einigen Cocciden und Aphiden. – Verh. d. Deutschen Zoologen in Marburg, 1950, 290–296 (1950).
— Über die Einwirkung einiger bienenwirtschaftlich wichtiger Rindenläuse auf das Pflanzenwachstum. – Z. f. Bienenf. **1**, 56–62 (1951).
— Über Einwirkungen des Saugaktes von *Myzus padellus* HRL. & Rogers *(Aphidinae, Mycini* CB.) auf den Wasserhaushalt von *Prunus padus* L. (vorl. Mitt.). – Phytopath. Z. **22**, 454–458 (1954).
— Untersuchungen über die Tannenstammlaus *Dreyfusia piceae*. – Waldhygiene **1**, 49–53 (1955) a.
— Untersuchungen an der Rinde von Weißtannen *(Abies pectinata)* bei Befall durch *Dreyfusia (Adelges) piceae* Ratz. (Vorläufige Mitteilung). – Z. angew. Ent. **37**, 340 bis 348 (1955).
Kloft, W. & Ehrhardt, P.: Untersuchungen über Saugtätigkeit und Schadwirkung der Sitkafichtenlaus *Liosomaphis abietina* (Walk.) (*Neomyzaphis abietina* Walk.). – Phytopathol. Z. **35**, 401–410 (1959).
— Zur Frage der Speichelinjektion beim Saugakt von *Thrips tabaci* Lind. *(Thysanoptera, Terebrantia)*. – Naturwiss. **46**, 586–587 (1959).
— und Marek, J.: Eine Methode zur zellphysiologischen Untersuchung der Wirkung von Aphidenstichen auf pflanzliches Gewebe. – Naturwiss. **42**, 304 (1955).
— Beeinflussung der Atmung und Photosynthese von Pflanzengeweben durch Pflanzenläuse. – Naturwiss. **43**, 65 (1956).
— Untersuchungen über pflanzensaugende Insekten und Reaktionen des Wirtspflanzengewebes. – Ber. der Physikalisch-Medizinischen Gesellschaft Würzburg, N. F. **68**, 64–72 (1956–57).
— Further investigations concerning the interrelationship between bark condition of *Abies pectinata (= A. alba)* and investigation by *Dreyfusia (Adelges) piceae typica* and *D. (A). nüßlini schneideri*. – Z. angew. Ent. **41**, 438–442 (1957).
Kraemer, G. D.: Der große Tannenborkenkäfer, unter Berücksichtigung seiner beiden Verwandten und der Brutbaumdisposition. – Z. angew. Ent. **31**, 349–430 (1949).
— Die kritischen Grenzen der Brutbaumdisposition für Borkenkäferbefall an Fichte. – Z. angew. Ent. **34**, 463–512 (1954).
Kretovich, V. L., Bundel, A. A. & Pshenova, K. V.: Mechanism of wheat injury by *Eurygaster integripes*. – Compt. Rend. Acad. Sci. URSS **39**, 31–33 (1943). (Russisch, ref. in Rev. appl. Ent. A **32**, 160–161).
Küster, E.: Die Gallen der Pflanzen. – Leipzig (1911).
— Die Gallenprobleme im Lichte neuer Forschungen. – Gießener naturwiss. Vortr., H. 4 (1949).
— Die Pflanzenzelle. – 2. Aufl., Jena 1951.
Lawson,F. R., Lucas, G. B. & Hall, N. S.: Translocation of radioactive phosphorus injected by the green peach aphid into tobacco plants. – J. econ. Ent. **47**, 749–752 (1954).
Liesering, R.: Zur Kenntnis der Spinnmilbe *Tetranychus altheae* v. Hanst. sowie ihrer Wechselbeziehungen zur Pflanze. – Dissertation Würzburg, 1959. – Z. Pflanzenkr. (Pflanzenpathol.) u. Pflanzenschutz, i. Dr.
Lindemann, Chr.: Beitrag zur Ernährungsphysiologie der Blattläuse. – Z. vgl. Physiol. **31**, 112–133 (1948).
Linskens, H. F.: Physiologische Untersuchungen der Pollenschlauchhemmung selbststeriler Petunien. – Z. f. Botanik **43**, 1–44 (1955).
— Papierchromatographie in der Botanik. – Springer, Berlin-Göttingen-Heidelberg (1955).
Maltais, J. B.: The nitrogen content in different varieties of peas as a factor affecting infestation by *Macrosiphum pisi* (Kltb.). – Canad. Ent. **83**, 29–33 (1951).
— & Auclair, J. L.: Occurence of amino acids in the honeydew of the crescent-marked Lily-aphid, *Mycus circumflexus* (Buck.). – Canad. J. Zool **30**, 191–193 (1952).
Marek, J. und Kloft, W.: Die Wirkung von Stichen der Zwiebellaus *Myzus ascalonicus* Donc. auf die Wasserpermeabilität der Epidermiszellen von *Allium cepa*. – Naturwiss. **43**, 65–66 (1956).
Marek, J.: Einstich- und Saugverhalten der Zwiebellaus *Myzus ascalonicus* Donc. und die Wirkung ihrer Stiche auf pflanzliche Zellen und Gewebe. – unpubl. Dissertation, Würzburg 1959.

Martini, Chr.: Beobachtungen über das Saugen bei Blattläusen *(Homoptera Aphididae)*. – Z. Pflanzenkr. (Pflanzenpathol.) u. Pflanzenschutz **65**, 90–92 (1958).
Mazia, Brewer & Alfert: The cytochemical staining and measurement of protein with mercuric bromphenol blue. – Biol. Bull **104**, 57–67 (1953).
Merker, E.: Fortschritte der Schädlingsbekämpfung im Walde. – Allg. Forst- und Jagdztg. **121**, (1950).
Mittler, T. E.: Studies on the feeding and nutrition of *Tuberolachnus salignus* (Gmelin) *(Homopt., Aphididae)*. Part I.-J. exp. Biol. **34**, 334–341 (1957). – Part II ibid. **35**, 74–84 (1958). – Part III ibid. **35**, 626–638 (1958).
Moericke, V.: Über das Farbensehen der Pfirsichblattlaus. – Z. Tierpsychol. **7**, 265–274 (1950).
Moewus, F.: Die Wirkung von Wuchs- und Hemmstoffen. – Biol. Zbl. **68**, 58–72 (1949).
Möller, C. M., Müller, D. & Nielsen, J.: Respiration in stem and branches of beech. – Forst. Forsøgsvaesen Danmark **21**, 273–301 (1954).
Moorefield, H, H. & Fraenkel, G.: The character and ultimate fate of the larval salivary secretion of *Phormia regina* Meig. *(Dipt., Calliphoridae)*. – The Biol. Bull. **106**, 178–183 (1954).
Müller, F. P.: Der jahreszeitliche Massenwechsel der Grünen Pfirsichblattlaus (*Myzodes persicae* Sulz.). – Nachrbl. d. Pflanzenschutzd., N. F. (32) **6**, 28–32 (1952).
— Die Zwiebellaus, *Rhopalomyzus ascalonicus* (Doncaster) Vorkommen in Deutschland und Lebensweise. – Z. ang. Ent. **35**, 187-196 (1953).
Naef-Roth, St. & Reusser, P.: Über die Wirkung von Fusarinsäure auf den Gaswechsel von Tomaten-Blattgewebe. – Phytopath. Z. **22**, 281–287 (1954).
Nolte, H. W.: Untersuchungen über die stofflichen Grundlagen bei Nematodenschäden. – Mitt. Biol.-Zentralanst., Berlin-Dahlem, H. **74**, 40–42 (1952).
— Untersuchungen über die stofflichen Grundlagen der Gallenbildung. – Verh. 12. Mitgl. Vers. Ges. ang. Ent. in Frankfurt, 124–128 (1952).
Nuorteva, P.: Die Nahrungspflanzenwahl der Insekten im Lichte von Untersuchungen an Zikaden. – Ann. Acad. Sc. Fenn. Ser. A IV **19**, 7–90 (1952).
— & Reinius, L.: Incorporation and spread of $C^{14}$ labeled oral secretions of wheat bugs in wheat kernels. – Ann. Entomologici Fenn. **19**, 95–104 (1953).
— Die Bedeutung mechanischer Schädigung des Weizenkorns durch Wanzen für das Korn und für die Backfähigkeit des Mehles. – Ann. Ent. Fenn. **19**, 29–33 (1953).
— On the significance of Proteases and Amylases in the life of *Empoasca flavescens* (F.) *(Hom., Thyphlocybidae)*. – Ann. Ent. Fenn. **20**, 76–79 (1954).
— Studies on the salivary enzymes of some bugs injuring wheat kernels. – Ann. Ent. Fenn. **20**, 102–124 (1954).
— On the nature of the plant injuring salivary toxins of insects. – Ann. Ent. Fenn. **21**, 33–38 (1955).
— Die Rolle der Speichelsekrete im Wechselverhältnis zwischen Tier und Nahrungspflanze bei Homopteren und Heteropteren. – Ent. exp. & appl. **1**, 41–49 (1958).
Nysterakis, F.: Phytohormones et inhibition de la croissance des organes vegétaux attaquées par des aphides. – C. r. Acad. Sci. **226**, 746–747 (1948).
Paech, K. und Simonis, W.: Übungen zur Stoffwechselphysiologie der Pflanzen. – Berlin-Göttingen-Heidelberg (1952).
Pirson, A., Krollpfeiffer, J. und Schaefer, G.: Leistungsfähigkeit und Fehlerquellen manometrischer Stoffwechselmessungen. – Marb. Sitzungsber. **76**, 3–27 (1953).
Pohl, R.: 25 Jahre Wuchsstoff-Forschung. Eine kritische Betrachtung des augenblicklichen Standes der Wuchsstoff-Forschung. – Naturwiss. **41**, 392–400, 414–420 (1954).
Polster, H.: Die physiologischen Grundlagen der Stofferzeugung im Walde. – München (1950).
Priesner, H.: A brief note on the relation between the physiological condition of plants and insect attack. – Bull. Soc. Fouad 1. Ent. **22**, 279–283, Cairo (1939).
Parr, Th.: *Asterolecanium variolosum* Ratz., a gall-forming Coccid, and its effect upon the host trees. – Bull. school of Forestry, Yale Univ. no. 46, New Haven, Conn. (1940).
Pschorn-Walcher, H. und Zwölfer, H.: Neuere Untersuchungen über die Weißtannenläuse der Gattung *Dreyfusia* C. B. und ihren Vertilgerkreis. – Anz. Schädlingskde. **29**, 116–122 (1956).
— und Zwölfer, H: The predator complex of the white fir wolly aphids (genus *Dreyfusia* C. B., *Adelgidae)*. – Z. angew. Ent. **41**, 63–75 (1956).
— und Zwölfer, H.: Preliminary investigations on *Dreyfusia-(Adelges)* populations living on the trunk of the silverfir. – Z. angew. Ent. **42**, 241–277 (1958).
Rawitscher, F.: Wohin stechen die Pflanzenläuse? Z. f. Botanik **26** (1933).

Reinholz, E.: Ein das Wurzelwachstum fördernder Faktor im Diffusat keimender Digitalis-Samen. – Naturwiss. **41**, 233 (1954).
Rüppold, H.: Ein Beitrag zur Methodik der Blattlauskultur. – Beitr. Ent. **4**, 552–555 (1954).
Saxena, K. N. Feeding habits and physiology of digestion of certain leafhoppers, *Homoptera Jassidae*. – Experientia (Basel) **10**, 383–384 (1954).
Schuster, G. und Geissler, G.: Untersuchungen über die Möglichkeiten zum frühzeitigen Nachweis von Pflanzenkrankheiten mit Hilfe der Anwelkmethode. – 1. Mitt.: Ein Beitrag zur Klärung der Frage nach den Ursachen der sog. ARLAND-Reaktion. – Nachrbl. Deutsch. Pflanzenschutzd. (Berlin), N. F. **8**, 108–116 (1954).
Sokolov, A. M. & Sokolowa, R. A.: The role of the osmotic pressure of the cell sap in the resistance of apple to the green apple aphid *(Aphis pomi* Deg.). – Dokl. vsesoyuz. Akad. sel. – Khoz. Nauk Lenina **17**, 12–18, Moscov (1952).
Spoerl, E., Sarachek, A. & Smith, St. B.: The effect of amino acids upon cell division in *ustilago*. – Am. Journ. of Botany **44**, 252–257 (1957).
Steinberg, R. A.: Effects of free amino acids on gross morphology of tobacco seedlings. – J. Agr. Res. **78**, 733–741 (1949).
Strugger, S.: Die luminiszenzmikroskopische Analyse des Transpirationsstromes in Parenchymen. – Biol. Zbl. **59**, 274, 409 (1939).
Tiemann, J. W. & Beck, J. V.: Modified method for calibration of Warburg manometers. – Experientia **7**, 389 (1951).
Tietz, H.: Der mit $^{32}P$ markierte Diäthylthionophosphorsäureester des ß-oxäthyl-thioaethyl-äthers (Wirkstoff des systemischen Insektizides „Systox"), seine Aufnahme in die höhere Pflanze und sein Wanderungsvermögen. – Höfchen-Briefe **7**, 1–60 (1954).
Tóth, L.: Beiträge zur Kenntnis der Aphidenspeicheldrüse. – Z. Morph. u. Ökol. Tiere **30**, 496–505 (1936).
Walter, H.: Die kryoskopische Bestimmung des osmotischen Wertes bei Pflanzen. – Abderhalden, Handb. biol. Arbeitsmeth., XI, T. 4, 1, 353–371 (1939).
— Grundlagen der Pflanzenverbreitung III, I. Tl. Standortlehre, Stuttgart (1949).
Wanner, H.: Phosphataseverteilung und Kohlenhydrat-Transport in der Pflanze. – Planta **41**, 190–194 (1952).
Wartenberg, H.: Über pflanzenphysiologische Ursachen des Massenwechsels der Apfelblutlaus. – Mitt. Biol. Zentralanst. Land- u. Forstw. Berlin-Dahlem H. **75**, 53–56 (1953).
Weber, H.: Biologie der Hemipteren. – Berlin, 1930.
— Aphidinae. Blattläuse, in Schulze, Biologie der Tiere Deutschlands **31**, 209–286 (1933).
Woll, E.: Beiträge zum Differenzierungsproblem an Hand der Zytologie von Pflanzengallen. – Z. Bot. **42**, 1–29 (1954a).
— Untersuchungen über die cytologische Differenzierung einiger Pflanzengallen. – Planta **43**, 477—494 (1954 b).
Ziegler, H.: Untersuchungen über die Leitung und Sekretion der Assimilate. – Planta (Berlin) **47**, 447–500 (1956).
Zweigelt, F.: Blattlausgallen. – Monogr. ang. Ent. Nr. 11. Beih. zu Z. angew. Ent. **17**, 1–322 (1931).

*Aus dem Pflanzenschutzamt Münster*

# Zur Biologie, wirtschaftlichen Bedeutung und Bekämpfung der Fritfliege (*Oscinis frit* L.) an Gerste

## II. Teil[1]

(Nach Beobachtungen in Westfalen in den Jahren 1948 bis 1952)

Von Martin Hemer

*Mit 11 Abbildungen*

## D. Den Befall fördernde und hemmende Faktoren

### I. Unterschiedliche Anfälligkeit der Sorten

#### a. Bisherige Befunde

Da die Fritschäden bei Hafer am augenfälligsten sind, und vielleicht auch wirtschaftlich am meisten ins Gewicht fallen, ist der Frage, ob die Sorten unterschiedlich anfällig sind, bei dieser Frucht mehr als bei anderen Getreidearten nachgegangen. Einige einschlägige Angaben beziehen sich auch auf Weizen und Gerste. Im einzelnen besagt das Schrifttum folgendes:

Bei Hafer leiden die einzelnen Sorten zweifellos verschieden stark. Gelbhafer werden im allgemeinen weniger stark mitgenommen als Weißhafer. Nach Kleine (1927, Seite 168) sind die primitiveren Hafervarietäten den Zuchtsorten an Resistent überlegen. Im wesentlichen der gleichen Meinung ist Kirichenko (1935, S. 34). Korhammer (1926, S. 30) und Roos (1937, S. 48) betonen, daß die feinhalmigen Sorten dem Befall weniger ausgesetzt sind als die großhalmigen. Auch innerhalb dieser Gruppen differieren die einzelnen Sorten aber noch erheblich. Nähere Angaben befinden sich bei Finsler (1924, S. 24), R. Meyer (1924, S. 141), Korhammer (1926, S. 32) und Blunck und Ludewig (1937, S. 5).

Verschiedentlich ist auch bereits die Frage angeschnitten, auf welchen Eigenschaften die unterschiedliche Anfälligkeit beruht. Besonders Cunliffe ist dem nachgegangen. Er meinte zunächst (1936, S. 129), daß die Resistenz der Sorten mit der Stärke der Rohfaserbildung und vielleicht auch mit den abgelagerten Kohlehydraten steht und fällt. Es ergaben sich auch deutliche aber nicht sonderlich starke Abweichungen im Kieselsäuregehalt zweier unterschiedlich anfälliger Sorten. In einer späteren, von ihm im Zusammenwirken mit Hodges (1949, S. 44) veröffentlichten Studie heißt es aber, daß der Befall nicht im Zusammenhang mit dem Siliciumgehalt der Pflanzen steht. Für die Kohlehydrate soll das gleiche gelten. Die Fliege soll beim Befall auch nicht durch chemische Reize, Hydro- und Phototaxis, geleitet werden, eher schon soll Stereotaxis eine gewisse Rolle spielen.

In bezug auf Kornbefall ergaben sich überhaupt keine Sortenunterschiede. Halm- und Kornbefall gingen also nicht parallel.

Bei mehreren der vorgenannten Arbeiten klingt bereits die Auffassung durch, daß der Grad der Anfälligkeit einer Sorte keine unveränderlich feststehende Eigenschaft ist, sondern mit den äußeren Bedingungen wechselt, unter denen das Saatgut gewonnen ist, oder die junge Pflanze heranwächst. Exogene Faktoren können sich dabei so stark auswirken, daß sie die endogenen fast verdecken. Das kann so weit gehen, daß von Haus aus ziemlich resistente Sorten bei Anbau unter ungünstigen Bedingungen schwerer leiden als an sich anfällige Sorten, wenn diese unter den Fritbefall abträglichen Verhältnissen aufwachsen. Nach Roos treten z. B. die Sortenunterschiede hinter den Auswirkungen der Aussaatzeit zurück.

[1] Teil I erschien in Z. angew. Entomol. Band 44, Heft 3

Ferner meint im besonderen Scheibe (1938, S. 260–290), daß die Unterschiede in der Resistenz mehr auf die Konstitution des Saatgutes und auf wechselnde Umweltbedingungen während der Kultur als auf echte Sorteneigenschaften zurückzuführen sind. „Trockenherkünfte" mit ihrem höheren Rohrzuckergehalt zeigten z. B. geringeren Halmbefall als die gleichzeitig geprüften „Feuchtherkünfte" derselben Sorte. Im Grundsätzlichen die gleiche Auffassung vertritt Dorfschmid in seiner unlängst erschienenen Dissertation (1952). Mit Cunliffe und Hodges hält zwar auch er den Siliciumgehalt der Pflanzen für eine im bezug auf Fritbefall bedeutungslose Eigenschaft und er meint, für Kutin gelte das gleiche. Der Stärke der Zellulose-Pektinschichten schreibt er aber entscheidenden Einfluß zu. Resistente Sorten zeigten nämlich schon beim ersten Blatt in der Kutikula und in den verholzten Verdickungsschichten der Gefäße starke Einlagerungen solcher Art. Bei den anfälligen Sorten fanden diese erst vom dritten Blatt ab statt (Altersresistenz). Je rascher die Pektineinlagerung zunahm, desto widerstandsfähiger erwies sich die Pflanze und somit auch die Sorte.

Mit der unterschiedlichen Anfälligkeit der Sorten bei Weizen hat sich vor allem Chesnokow (1939, S. 282–286) befaßt. Er arbeitete in der Provinz Leningrad und kam zu dem Ergebnis, daß eine feste Beziehung zwischen der geographischen Herkunft des Saatgutes und seiner Anfälligkeit besteht. Weizensorten einer und derselben Spezies, die eine räumlich geringe Verbreitung haben, unterscheiden sich in ihrer Anfälligkeit nur wenig, solche mit großem Verbreitungsareal dagegen stark. Sorten, die aus einer bestimmten Lokalität stammten, entsprachen in der Resistenz den dortigen agro-ökologischen Verhältnissen. Innerhalb einer Weizenspezies bezeigten die Sorten in der Resistenz Beziehungen, die den biologischen Eigentümlichkeiten parallel gingen, die sie durch Kultur in einem bestimmten Medium oder durch Selektion gewonnen hatten. Der Verfasser glaubt, bewiesen zu haben, daß der Ecotyp einer Sorte wesentlich über die Anfälligkeit der Pflanze und auch über das Ausmaß, den der Schaden bei Befall nimmt, bestimmt. Besonders betont wird, daß die Anfälligkeit der Sorte wesentlich durch die Umweltbedingungen gewandelt werden kann. So wechselte sie bei verschiedenen Sorten und Sortengruppen mit der georgraphischen Zone, in der der Weizen kultiviert wurde. Syrische Hartweizen waren z. B. in der Provinz Leningrad verhältnismäßig resistent, litten dagegen im Nordkaukasus sehr. Hartweizen aus der Steppenzone wurden dort viel weniger befallen als in Leningrad.

Mit Gerste hat bislang nur Zhukowski (1932, S. 347) einschlägig gearbeitet. Er kam zu dem Ergebnis, daß die Sorten sich in der Anfälligkeit erheblich unterscheiden und führt das auf morphologische Eigentümlichkeiten zurück. So sollen direkte Beziehungen zwischen der Befallsstärke und der Größe der Zwischenräume zwischen Blattscheide und Halm bestehen. Varietäten mit abstehenden werden weit stärker als solche mit anliegenden Blattscheiden befallen. Die Angaben beziehen sich auf die Verhältnisse bei der jungen Pflanze. Die Beziehungen zwischen Sorten und Kornbefall sind bei Gerste noch kaum untersucht. Nur Blunck (1949, S. 130) hat bisher auf die Unterschiede zwischen zwei- und mehrzeiligen Sorten hingewiesen.

Ich sah mich daher veranlaßt, dieser Frage nachzugehen.

### b. Eigene Methodik

Zur Feststellung der Anfälligkeit der Sorten wurde ein größeres Sortiment von Winter- und Sommergersten durchgeprüft. Dabei wurde auch die Aussaatzeit variiert, und zwar in der Weise, daß die Sortimente in wöchentlichen Abständen gedrillt wurden. Die Versuche liefen über mehrere Jahre, nämlich 1949, 1950 und 1951, gleichzeitig an verschiedenen Orten, in Westfalen: Baringhof, Ringsthof und Oldinghausen und in Lippe: Wilbasen und Lemgo. In bezug auf Saatart wurde einheitlich und wie üblich verfahren.

Die Parzellen wurden zu $4 \times 5$ m $= 20$ m² mit etwa 0,5 m Zwischenraum nebeneinander angelegt. Bonituren erfolgten vom Auflaufen ab während der ganzen Vegetationsperiode, und zwar sowohl in bezug auf den Verlauf der Vegetation als auch in bezug auf Befall.

Parallel dazu wurde ab Beginn des Schossens bis zur Vollreife der Zuflug der Fliegen kurzfristig mittels Ketscherfängen überprüft.

Zur Feststellung des Befalls wurden die Pflanzen einmal während der Jugendentwicklung in bezug auf Besiedlung der Halme durch einfaches Auszählen der Pflänzchen mit zerstörten Trieben und in bezug auf Schädigung der Ähren später unmittelbar nach der Ernte durch Untersuchung von $2 \times 10$ Ähren je Parzelle unter dem Binokular untersucht. Zur Vereinfachung der Untersuchungen wurden, da die Unterschiede sehr gering waren, die beiden Ährenpartien zusammengefaßt ausgewertet.

Zur Ergänzung meiner Beobachtungen wurden mir vom Institut für Pflanzenschutz der Landwirtschaftlichen Hochschule Hohenheim die Ergeb-

nisse der dort durchgeführten Untersuchungen über die Sortenanfälligkeit von Sommergersten im Jahre 1949 freundlicherweise von Herrn Prof. Dr. RADEMACHER zur Verfügung gestellt, wofür ich ihm besonderen Dank sage. Ebenso standen mir dankenswerterweise in den Jahren 1950 bis 1951 auch eine größere Anzahl von Landessortenversuchen der Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe zur Auswertung hinsichtlich der Fritschäden in den Ähren zur Verfügung.

Infolge drucktechnischer Schwierigkeiten wurden von den 28 durchgeführten Versuchen nur 3 wiedergegeben. Die Ergebnisse der übrigen Versuche, die sich im wesentlichen mit den aufgeführten decken, wurden lückenlos in den der Universität Bonn eingereichten Dissertationsexemplaren niedergelegt.

*Wintergersten*

Versuch I: Baringhof, Krs. Herford

Der Halmbefall wurde in der Zeit vom 28.–29. 12. 1948 untersucht. Die Feststellung des Ährenbefalls erfolgte unmittelbar vor der Ernte. Ergebnisse finden ihren Niederschlag in Tabelle 9 und Abb. 11.

*Tabelle 9*

| Vegetationsverlauf u. Sorte | Anzahl d. unters. Halme | Befall Halme | Befall % | Unters. Körner insges. | ∅-Kornzahl je Ähre | Fritbefall Ährchen insges. | Fritbefall Körner in % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I. Aussaat 24. 9. 1948 | | | | | | | |
| Auflauf 29. 9. 1948 | | | | | | | |
| Schossen 29. 9. 1949 | | | | | | | |
| Eckendorfer | 200 | 3 | 1,5 | 789 | 39,4 | 3 | 0,4 |
| Derenburger | 200 | 2 | 1,0 | 738 | 36,9 | 11 | 1,5 |
| Friedrichswerther | 200 | 2 | 1,0 | 862 | 43,1 | 0 | 0 |
| Peragis Stamm 12 | 200 | 3 | 1,5 | 800 | 40,0 | 18 | 2,2 |
| II. Aussaat 1. 10. 1948 | | | | | | | |
| Auflauf 10. 10. 1948 | | | | | | | |
| Schossen 1. 5. 1949 | | | | | | | |
| Eckendorfer | 200 | 0 | 0 | 840 | 42,0 | 2 | 0,2 |
| Derenburger | 200 | 0 | 0 | 846 | 42,3 | 9 | 1,1 |
| Friedrichswerther | 200 | 0 | 0 | 772 | 38,6 | 12 | 1,5 |
| Peragis Stamm 12 | 200 | 0 | 0 | 820 | 41,0 | 22 | 2,7 |
| III. Aussaat 8. 10. 1948 | | | | | | | |
| Auflauf 2. 11. 1948 | | | | | | | |
| Schossen 2. 5. 1949 | | | | | | | |
| Eckendorfer | | | | 806 | 40,3 | 5 | 0,6 |
| Derenburger | | | | 812 | 40,6 | 9 | 1,1 |
| Friedrichswerther | | | | 812 | 40,6 | 10 | 1,2 |
| Peragis Stamm 12 | | | | 786 | 39,3 | 41 | 5,2 |
| IV. Aussaat 5. 10. 1948 | | | | | | | |
| Auflauf 2. 11. 1948 | | | | | | | |
| Schossen 7. 5. 1949 | | | | | | | |
| Eckendorfer | Nicht untersucht, da Auflauf nach Verschwinden der letzten Vollkerfe erfolgte | | | 842 | 42,1 | 12 | 1,4 |
| Derenburger | | | | 756 | 37,8 | 18 | 2,4 |
| Friedrichswerther | | | | 824 | 41,6 | 34 | 4,1 |
| Peragis Stamm 12 | | | | 782 | 39,1 | 92 | 11,8 |

*Fortsetzung Tabelle 9*

| Vegetationsverlauf u. Sorte | Anzahl d. unters. Halme | Befall Halme % | Unters Körner insges. | ⌀-Kornzahl je Ähre | Fritbefall Ährchen insges. | Fritbefall Körner in % |
|---|---|---|---|---|---|---|
| V. Aussaat 25. 10. 1948 | | | | | | |
| Auflauf 15. 11. 1948 | | | | | | |
| Schossen 5. 5. 1949 | | | | | | |
| Eckendorfer | | | 762 | 38,1 | 35 | 4,6 |
| Derenburger | | | 820 | 41,0 | 37 | 4,5 |
| Friedrichswerther | | | 776 | 38,8 | 62 | 8,0 |
| Peragis Stamm 12 | | | 748 | 37,4 | 74 | 9,8 |
| VI. Aussaat 1. 11. 1948 | | | | | | |
| Auflauf 25. 11. 1948 | | | | | | |
| Schossen 11. 5. 1949 | | | | | | |
| Eckendorfer | | | 765 | 38,2 | 83 | 10,8 |
| Derenburger | | | 776 | 38,8 | 46 | 5,9 |
| Friedrichswerther | | | 732 | 36,6 | 80 | 10,9 |
| Peragis Stamm 12 | | | 756 | 37,8 | 101 | 13,3 |

Die in Tab. 9 niedergelegten Befunde besagen: Nur die erste Aussaat (24. 9.) wurde noch im Herbst von der Fliege erfaßt, und auch dann blieb der Befall gering. Sortenunterschiede ergaben sich kaum. Alle weiteren Aussaaten liefen erst nach Beendigung des Fliegenfluges auf. Der *Halm*befall spielte also keine Rolle.

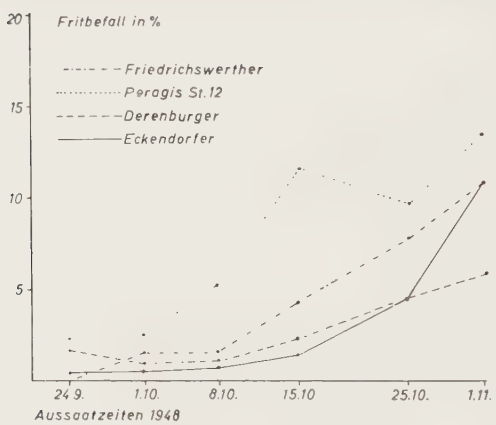



*Abb. 14.* Aussaatzeitenversuch I (Baringhof)

Anders reagierten die Sorten in bezug auf *Ähren*schädigungen. Die „Eckendorfer" und auch die „Derenburger" wurden wenigstens bei den ersten Aussaaten sowohl relativ als auch absolut nur schwach besiedelt. Auch bei der „Friedrichswerther" und „Peragis Stamm 12" hielt sich der Befall in bescheidenen Grenzen, lag aber zumindest von der zweiten bis fünften Aussaat und damit durchschnittlich deutlich höher als bei den erstgenannten Sorten. Damit ist schon angedeutet, daß der Befall mit Verspätung der Aussaat ansteigt.

Versuch II: Meyer-Johann, Oldinghausen, Krs. Herford

Untersuchungen auf Halmbefall erfolgten am 27. und 28. 12. 1949. Die Ährenschädigungen wurden kurz vor der Ernte in der Zeit vom 5.–8. 7. 1950 durchgeführt. Die Befunde wurden in Tabelle 10 und Abb. 15 niedergelegt.

Aus Tabelle 10 ist zu entnehmen, daß nur die erste und zweite Aussaat im *Halm* befallen wurden. Das ist verständlich, da sie mit ihrem Auflauf noch in die Flugzeit der Herbstfliegen fielen. Die geringen Befallunterschiede

*Tabelle 10*

| Vegetationsverlauf u. Sorte | Anzahl d. unters. Halme | Befall Halme | Befall % | Unters. Körner insges. | ∅-Kornzahl je Ähre | Fritbefall Ährchen insges. | Fritbefall Körner in % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I. Aussaat 24. 9. 1949 | | | | | | | |
| Auflauf 30. 9. 1949 | | | | | | | |
| Schossen 6. 5. 1950 | | | | | | | |
| Eckendorfer | 300 | 10 | 3,33 | 887 | 44,4 | 8 | 0,90 |
| Derenburger | 300 | 12 | 4,00 | 832 | 41,6 | 8 | 0,96 |
| Friedrichswerther | 300 | 11 | 3,66 | 808 | 40,4 | 2 | 0,25 |
| Peragis Stamm 12 | 300 | 9 | 3,00 | 902 | 45,1 | 6 | 0,66 |
| II. Aussaat 30. 9. 1949 | | | | | | | |
| Auflauf 10. 10. 1949 | | | | | | | |
| Schossen 12. 5. 1950 | | | | | | | |
| Eckendorfer | 300 | 4 | 1,33 | 844 | 42,2 | 6 | 0,71 |
| Derenburger | 300 | 4 | 1,33 | 782 | 39,1 | 8 | 1,04 |
| Friedrichswerther | 300 | 3 | 1,00 | 812 | 40,6 | 18 | 2,22 |
| Peragis Stamm 12 | 300 | 4 | 1,33 | 834 | 41,7 | 25 | 3,00 |
| III. Aussaat 8. 10. 1949 | | | | | | | |
| Auflauf 22. 10. 1949 | | | | | | | |
| Schossen 12. 5. 1950 | | | | | | | |
| Eckendorfer | | | | 840 | 42,0 | 0 | 0 |
| Derenburger | | | | 768 | 38,4 | 38 | 4,95 |
| Friedrichswerther | | | | 824 | 41,2 | 84 | 10,19 |
| Peragis Stamm 12 | | | | 876 | 43,8 | 36 | 4,11 |
| IV. Aussaat 15. 10. 1949 | | | | | | | |
| Auflauf 21. 11. 1949 | | | | | | | |
| Schossen 18. 5. 1950 | | | | | | | |
| Eckendorfer | | | | 780 | 39,0 | 12 | 1,54 |
| Derenburger | | | | 792 | 39,6 | 45 | 5,68 |
| Friedrichswerther | | | | 832 | 41,6 | 86 | 10,34 |
| Peragis Stamm 12 | | | | 822 | 41,1 | 71 | 8,64 |
| V. Aussaat 21. 10. 1949 | | | | | | | |
| Auflauf 10. 11. 1949 | | | | | | | |
| Schossen 22. 5. 1950 | | | | | | | |
| Eckendorfer | Nicht untersucht, da Auflauf nach Verschwinden der letzten Vollkerfe erfolgte | | | 756 | 37,8 | 42 | 5,55 |
| Derenburger | | | | 810 | 40,5 | 118 | 14,57 |
| Friedrichswerther | | | | 831 | 41,5 | 141 | 16,97 |
| Peragis Stamm 12 | | | | 782 | 39,1 | 130 | 16,62 |
| VI. Aussaat 28. 10. 1949 | | | | | | | |
| Auflauf 19. 11. 1949 | | | | | | | |
| Schossen 26. 5. 1950 | | | | | | | |
| Eckendorfer | | | | 842 | 42,1 | 78 | 9,26 |
| Derenburger | | | | 761 | 38,1 | 162 | 21,29 |
| Friedrichswerther | | | | 712 | 35,6 | 218 | 30,62 |
| Peragis Stamm 12 | | | | 818 | 40,9 | 256 | 31,29 |
| VII. Aussaat 5. 11. 1949 | | | | | | | |
| Auflauf 28. 11. 1949 | | | | | | | |
| Schossen 29. 5. 1950 | | | | | | | |
| Eckendorfer | | | | 822 | 41,1 | 80 | 9,73 |
| Derenburger | | | | 844 | 44,2 | 180 | 20,36 |
| Friedrichswerther | | | | 746 | 37,3 | 231 | 30,96 |
| Peragis Stamm 12 | | | | 798 | 39,9 | 251 | 31,45 |

*Fortsetzung Tabelle 10*

| Vegetationsverlauf u. Sorte | Anzahl d. unters. Halme | Befall Halme % | Unters. Körner insges. | ∅-Kornzahl je Ähre | Fritbefall Ährchen insges. | Fritbefall Körner in % |
|---|---|---|---|---|---|---|
| VIII. Aussaat 12. 11. 1949 | | | | | | |
| Auflauf 10. 12. 1949 | | | | | | |
| Schossen 31. 5. 1950 | | | | | | |
| Eckendorfer | | | 712 | 35,6 | 62 | 8,71 |
| Derenburger | | | 668 | 33,4 | 132 | 19,76 |
| Friedrichswerther | | | 732 | 36,6 | 242 | 33,06 |
| Peragis Stamm 12 | | | 760 | 38,0 | 237 | 31,18 |

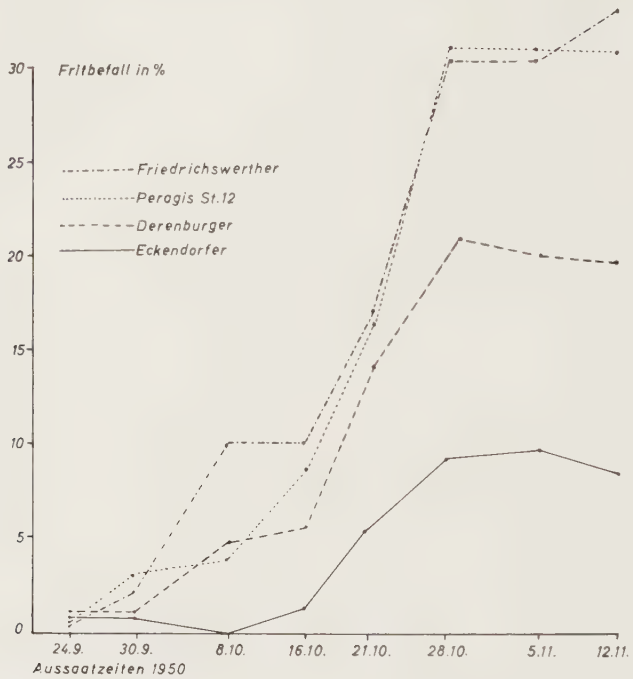



*Abb. 15.* Aussaatzeitenversuch II, Oldinghausen

zwischen den einzelnen Sorten liegen innerhalb der Fehlergrenze und sind daher statistisch nicht gesichert.

Der *Ährenbefall* hat sich gegenüber dem Versuch I wesentlich verstärkt. Es darf angenommen werden, daß dafür das unmittelbar angrenzende Grünland die Voraussetzungen schuf. Nach der dritten Aussaat stieg der Befall bei den Sorten „Derenburger", „Friedrichswerther" und „Peragis Stamm 12" stark an. Die Schädigung der „Eckendorfer" blieb dagegen bei allen Aussaatzeiten verhältnismäßig gering. Nach der vierten Aussaat war bei keiner Sorte noch wesentliche Zunahme des Befalls zu verzeichnen. Die starken Unterschiede im Befall zwischen „Peragis Stamm 12" und „Friedrichswerther" einerseits (30–33 %) und „Eckendorfer" andererseits (höchstens 8–9 %) deuten weiter auf enge Beziehungen zur Reifezeit hin.

*Sommergersten*

Versuch I: Ringsthof, Krs. Herford

Die Untersuchungen auf Halmbefall erfolgten jeweils kurz vor der Bestockung. Ährenschädigungen wurden nach der Ernte in der Zeit vom 15. bis 20. 7. 1949 festgestellt. Befunde siehe Tab. 11 und Abb. 16.

In diesem Versuch war also erst bei den am 16.4.1949 in den Boden gebrachten Aussaaten *Halm*befall zu registrieren. Er erreichte bei „Heines vierzeilige" und „Strengs Franken" 0,33 % der untersuchten Halme; die Sorte „Mahndorfer Victoria" blieb noch befallfrei. Mit zunehmendem Flug der Frühlingsfliegen wurden auch die Halmschädigungen bei den später auflaufenden Aussaaten umfangreicher. Sie erreichten bei der 6. und 7. Aussaat durchschnittlich 5 %. Sortenunterschiede im eigentlichen Sinne waren nicht zu beobachten.

Anders lagen die Verhältnisse wieder bei den *Ähren*schädigungen. Alle Sorten wiesen unterschiedlichen Befall auf. Er nahm mit verspäteter Aussaatzeit zu. Bei der 1. bis 5. Aussaat rangiert „Mahndorfer Victoria" vor „Heines vierzeilige", während „Strengs Franken" fast befallfrei blieb. In der 6. und 7. Aussaat wird dagegen „Heines vierzeilige" wesentlich stärker als „Mahndorfer Victoria" angegriffen. Der Befall von „Strengs Franken" erreicht erst bei der 7. Aussaat 1,4 % und bleibt somit weit unter dem der vierzeiligen Sorten.

*Tabelle 11*

| Vegetationsverlauf u. Sorte | Anzahl d. unters. Halme | Befall Halme | Befall % | Unters. Körner insges | ⌀-Kornzahl je Ähre | Fritbefall Ährchen insges. | Fritbefall Körner in % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I. Aussaat 27. 3. 1949 | | | | | | | |
| Auflauf 9. 4. 1949 | | | | | | | |
| Schossen 27. 5. 1949 | | | | | | | |
| Mahndorfer Victoria | 300 | 0 | 0 | 722 | 36,1 | 6 | 0,8 |
| Heines vierzeilige | 300 | 0 | 0 | 668 | 33,4 | 2 | 0,3 |
| Strengs Franken | 300 | 0 | 0 | 536 | 26,8 | 0 | 0 |
| II. Aussaat 2. 4. 1949 | | | | | | | |
| Auflauf 13. 4. 1949 | | | | | | | |
| Schossen 3. 6. 1949 | | | | | | | |
| Mahndorfer Victoria | 300 | 0 | 0 | 1008 | 50,4 | 14 | 1,4 |
| Heines vierzeilige | 300 | 0 | 0 | 890 | 44,5 | 9 | 1,0 |
| Strengs Franken | 300 | 0 | 0 | 490 | 24,5 | 0 | 0 |
| III. Aussaat 9. 4. 1949 | | | | | | | |
| Auflauf 15. 4. 1949 | | | | | | | |
| Schossen 3. 6. 1949 | | | | | | | |
| Mahndorfer Victoria | 300 | 0 | 0 | 704 | 35,2 | 8 | 1,1 |
| Heines vierzeilige | 300 | 0 | 0 | 966 | 48,3 | 8 | 0,8 |
| Strengs Franken | 300 | 0 | 0 | 454 | 22,7 | 2 | 0,4 |
| IV. Aussaat 16. 4. 1949 | | | | | | | |
| Auflauf 25. 4. 1949 | | | | | | | |
| Schossen 7. 6. 1949 | | | | | | | |
| Mahndorfer Victoria | 300 | 0 | 0 | 634 | 31,7 | 20 | 3,1 |
| Heines vierzeilige | 300 | 1 | 0,33 | 824 | 41,2 | 26 | 3,1 |
| Strengs Franken | 300 | 1 | 0,33 | 506 | 25,3 | 0 | 0 |

*Fortsetzung Tabelle 11*

| Vegetationsverlauf u. Sorte | Anzahl d. unters. Halme | Befall Halme | Befall % | Unters. Körner insges. | ∅-Kornzahl je Ähre | Fritbefall Ährchen insges. | Fritbefall Körner in % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| V. Aussaat 22. 4. 1949 | | | | | | | |
| Auflauf 30. 4. 1949 | | | | | | | |
| Schossen 10. 6. 1949 | | | | | | | |
| Mahndorfer Victoria | 300 | 2 | 0,66 | 878 | 43,9 | 52 | 5,9 |
| Heines vierzeilige | 300 | 4 | 1,33 | 858 | 42,9 | 63 | 7,3 |
| Strengs Franken | 300 | 3 | 1,00 | 534 | 26,7 | 0 | 0 |
| VI. Aussaat 2. 5. 1949 | | | | | | | |
| Auflauf 15. 5. 1949 | | | | | | | |
| Schossen 14. 6. 1949 | | | | | | | |
| Mahndorfer Victoria | 300 | 15 | 5,00 | 930 | 46,5 | 47 | 5,0 |
| Heines vierzeilige | 300 | 16 | 5,33 | 816 | 40,8 | 55 | 6,7 |
| Strengs Franken | 300 | 13 | 4,33 | 520 | 26,0 | 4 | 0,8 |
| VII. Aussaat 9. 5. 1949 | | | | | | | |
| Auflauf 20. 5. 1949 | | | | | | | |
| Schossen 21. 6. 1949 | | | | | | | |
| Mahndorfer Victoria | 300 | 16 | 5,55 | 812 | 40,6 | 64 | 7,9 |
| Heines vierzeilige | 300 | 14 | 4,66 | 756 | 37,8 | 82 | 10,8 |
| Strengs Franken | 300 | 15 | 5,00 | 472 | 23,6 | 7 | 1,5 |

Anm.: „Mahndorfer Victoria“ wurde aus versuchstechnischen Gründen als Sommergerste angebaut.

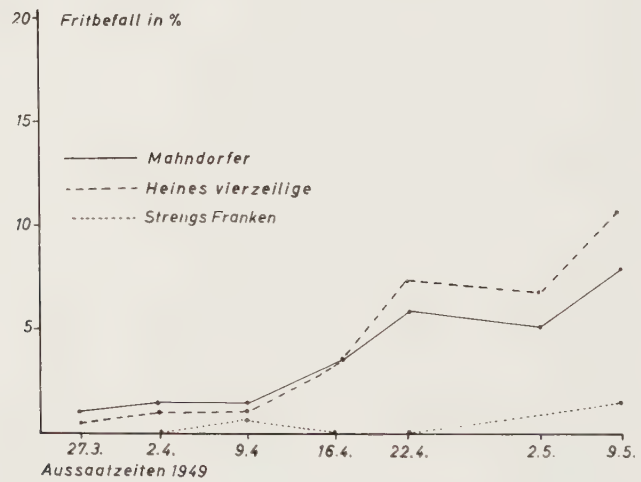



*Abb. 16.* Aussaatzeitenversuch I, Ringsthof

Das mir von Herrn Prof. RADEMACHER, Hohenheim, zur Auswertung zur Verfügung gestellte Gerstensortiment war auf der Versuchswirtschaft der Landwirtschaftlichen Hochschule in St. Johann, Schwäbische Alb, am 24. 4. 1949 ausgesät und je nach Sorte zwischen dem 12. und 28. 8. 1949 abgeerntet worden. Die Befunde bezüglich Fritbefall siehe Aufstellung.

| Sorte | Reifezeit | ∅-Kornzahl je Ähre | ∅-Fritbefall je Ähre | ∅-Fritbefall in % |
|---|---|---|---|---|
| *zweizeilig* | | | | |
| 1. Svalöfs Morgenrot | sehr früh | 21,7 | 0,14 | 0,65 |
| 2. Heines Haha | früh | 21,4 | 0,18 | 0,84 |
| 3. Bethge u. Oelze | mittelfrüh | 28,8 | 0,20 | 0,69 |
| 4. Svalöfs Siegesgerste | mittelfrüh | 22,1 | 0,16 | 0,72 |
| 5. Müllers Franken | mittelfrüh | 24,9 | 0,18 | 0,72 |
| 6. Müllers Franken II | mittelfrüh | 24,8 | 0,19 | 0,77 |
| 7. Hauters | mittelfrüh | 28,9 | 0,38 | 1,31 |
| 8. Moosburger Erika | mittelspät | 26,8 | 0,44 | 1,64 |
| 9. Heines Haisa | mittelspät | 26,5 | 0,48 | 1,81 |
| 10. Moosburgs Georgine | mittelspät | 28,8 | 0,60 | 2,08 |
| 11. Ochsenhausener Ria | mittelspät | 23,5 | 0,71 | 3,02 |
| 12. Ackermanns Isaria | mittelspät bis spät | 26,9 | 0,98 | 3,64 |
| 13. Stadelmanns | spät | 23,9 | 0,81 | 3,39 |
| 14. Ackermanns Donaria | spät | 25,7 | 1,20 | 4,67 |
| *vierzeilig* | | | | |
| 15. Heines vierzeilige | mittelfrüh bis mittelspät | 48,6 | 7,30 | 15,02 |
| 16. Breustedts Granat | mittelspät | 65,4 | 11,46 | 17,52 |

Wieder heben sich die vierzeiligen Sorten, in diesem Falle „Heines vierzeilige" und „Breustedts Granat", durch extrem starken Befall von den zweizeiligen ab. Er liegt mit durchschnittlich 16,27 % annähernd 6mal so hoch wie der Durchschnittsbefall bei den zweizeiligen Sorten. Bei letzteren bewegt sich der Duchschnittssatz der zerstörten Körner zwischen 0,65 und 4,67 %. Ein Vergleich mit den Reifezeiten zeigt, daß die Frühsorten erheblich weniger gelitten hatten als die Spätsorten. So liegt der Durchschnittsbefall bei den

| | |
|---|---|
| Frühsorten | bei 0,75 % |
| mittelfrühen Sorten | bei 0,84 % |
| mittelspät – späten Sorten | bei 2,43 % |
| Spätsorten | bei 4,03 % |

### *c. Versuche zur Klärung der Resistenzverhältnisse*

#### *1. Unterschiedliche Intensität des Anflugs*

Zur Klärung der Anziehungskraft einzelner Gerstensorten auf die eierlegenden Weibchen wurden mehrere Winter- und Sommergerstensortenversuche zu verschiedenen Zeiten mehrmals abgeketschert. Dabei wurde jeweils nur eine Hälfte (10 m²) der angelegten Parzellen systematisch abgestreift, die andere der Ährenauswertung vorbehalten. Die Fangergebnisse sowie der Entwicklungszustand der Aussaaten eines Versuches sind in den Tabellen 12 bis 15 niedergelegt.

*Wintergerste*

Versuch I:

Auf „Peragis Stamm 12" und „Friedrichswerther Berg" wurden mit durchschnittlich 18,8 bzw. 18,4 etwa gleichviel Vollkerfe angetroffen. Die Sorte „Derenburger" folgt mit 15, während „Mahndorfer Victoria" und „Eckendorfer Mammuth" mit 9,8 bzw. 8,4 Fliegen den geringsten Anflug aufweisen.

*Tabelle 12*

**1. Bonitur 25. 5. 51 (Zunehmender Massenflug der Frühlingsfliegen)**

| Aussaaten | Entwicklungsstadium des Getreides | Ausbeute an Fritfliegen je Parzelle: Friedrichswerther Berg | Derenburger | Peragis Stamm 12 | Mahndorf. Vict. | Eckendorfer Mamm. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| I. 22. 9. 1950 | Ende der Blüte | 38 | 30 | 36 | 27 | 25 |
| II. 27. 9. 1950 | Vollblüte | 24 | 31 | 40 | 10 | 5 |
| III. 10. 10. 1950 | Beginn der Vollblüte | 20 | 14 | 20 | 5 | 8 |
| IV. 15. 10. 1950 | Beginn der Blüte | 4 | 0 | 6 | 5 | 4 |
| V. 24. 10. 1950 | Beendigung des Ährenschiebens | 6 | 0 | 2 | 2 | 0 |
| | Insgesamt | 92 | 75 | 94 | 49 | 42 |
| ∅-Fliegenzahl je Sorte und Parzelle: | | *18,4* | *15,0* | *18,8* | *9,8* | *8,4* |

Die Beziehungen zwischen Flugstärke und Entwicklungszustand der Gerste werden ebenfalls wieder bereits sichtbar.

*Tabelle 13*

**2. Bonitur 5. 6. 51 (Zunehmender Massenflug der Frühlingsfliegen)**

| Aussaaten | Entwicklungsstadium des Getreides | Ausbeute an Fritfliegen je Parzelle: Friedrichswerther Berg | Derenburger | Peragis Stamm 12 | Mahndorf. Vict. | Eckendorfer Mamm. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| I. 22. 9. 50 | Fortgeschrittene Milchreife | 20 | 14 | 11 | 8 | 7 |
| II. 27. 9. 50 | Milchreife | 24 | 27 | 24 | 22 | 32 |
| III. 10. 10. 50 | Beginn der Milchreife | 31 | 21 | 27 | 5 | 29 |
| IV. 15. 10. 50 | Ende der Blüte | 30 | 36 | 36 | 18 | 8 |
| V. 24. 10. 50 | Vollblüte | 18 | 14 | 18 | 12 | 15 |
| | Insgesamt | 123 | 112 | 126 | 65 | 81 |
| ∅-Fliegenzahl je Sorte und Parzelle: | | *24,6* | *22,4* | *25,2* | *13,0* | *16,2* |

„Peragis Stamm 12" und „Friedrichswerther Berg" halten mit 25,2 bzw. 24,6 wiederum die Spitze. Es folgt mit geringem Abstand die „Derenburger" mit 24,4 Vollkerfen. Die mit „Eckendorfer" und „Mahndorfer Victoria" bestandenen Parzellen sind mit 16,2 und 13,0 etwa halb so stark beflogen wie die vorgenannten.

In der leichten Zunahme des Abfluges gegenüber der 1. Bonitur spiegelt sich der in dieser Zeit stärker werdende Frühlingsfliegenflug. Die meisten Fliegen wurden auf den Parzellen geketschert, deren Blütezeit soeben beendet war. Damit liegen hinsichtlich der Beziehung zwischen Anflug und Entwicklungszustand die gleichen Verhältnisse wie bei der 1. Bonitur vor.

Zur Zeit der Ketscherfänge erreichte der Frühlingsfliegenflug sein Maximum. Infolgedessen war auch der Anflug auf den Parzellen stärker als bisher. „Friedrichswerther Berg" war mit 39 Vollkerfen am stärksten beflogen. Das Verhältnis der Sorten untereinander blieb annähernd gleich.

*Tabelle 14*

**3. Bonitur 15. 6. 51 (Maximum des Frühlingsfliegenfluges)**

| Aussaaten | Entwicklungsstadium des Getreides | Ausbeute an Fritfliegen je Parzelle: Friedrichswerther Berg | Derenburger | Peragis Stamm 12 | Mahndorf. Vict. | Eckendorfer Mamm. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| I. 22. 9. 50 | Fortgeschrittene Gelbreife | 10 | 9 | 17 | 10 | 10 |
| II. 27. 9. 50 | Beginn der Gelbreife | 35 | 22 | 21 | 14 | 6 |
| III. 10. 10. 50 | Fortgeschrittene Milchreife | 37 | 41 | 52 | 14 | 20 |
| IV. 15. 10. 50 | Milchreife | 51 | 53 | 43 | 26 | 25 |
| V. 24. 10. 50 | Beginn der Milchreife | 62 | 42 | 58 | 43 | 27 |
| | Insgesamt | 195 | 167 | 191 | 107 | 88 |
| ∅-Fliegenzahl je Sorte und Parzelle: | | *39,0* | *33,4* | *38,2* | *21,4* | *17,6* |

*Tabelle 15*

**4. Bonitur 22. 6. 51 (Abklingen des Frühlingsfliegenfluges)**

| Aussaaten | Entwicklungsstadium des Getreides | Ausbeute an Fritfliegen je Parzelle: Friedrichswerther Berg | Derenburger | Peragis Stamm 12 | Mahndorf. Vict. | Eckendorfer Mamm. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| I. 22. 9. 50 | Gelb- bis Vollreife | 14 | 11 | 19 | 9 | 12 |
| II. 27. 9. 50 | Ende der Gelbreife | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 |
| III. 10. 10. 50 | Fortgeschrittene Gelbreife | 6 | 0 | 6 | 2 | 4 |
| IV. 15. 10. 50 | Beginn der Gelbreife | 4 | 2 | 5 | 2 | 0 |
| V. 24. 10. 50 | Zwischen Milch- und Gelbreife | 11 | 12 | 15 | 4 | 6 |
| | Insgesamt | 35 | 25 | 39 | 17 | 22 |
| ∅-Fliegenzahl je Sorte und Parzelle: | | *7,0* | *5,0* | *7,8* | *3,4* | *4,4* |

Der im letzten Junidrittel allgemein schwächer werdende Fliegenflug (s. Teil I) spiegelt sich im Beflug der einzelnen Parzellen. „Peragis Stamm 12" steht mit einem Durchschnitt von 7,8 Vollkerfen wie fast immer an der Spitze. Die übrigen Sorten sind in der Reihenfolge „Friedrichswerther Berg" (7,0), „Derenburger" (5,0), „Eckendorfer Mammuth" (4,4) und „Mahndorfer Victoria" (3,4) gestuft.

Der an sich überraschende relativ starke Besatz der 1. Aussaat, die zur Zeit der Fänge schon in der Gelb- bis Vollreife stand, geht auf den einsetzenden Schlupf der Sommerfliegen zurück.

## 2. *Anatomische und morphologische Unterschiede der Sorten*

In einem weiteren Versuch sollte geklärt werden, inwieweit bei den Sorten eine echte, durch anatomische und morphologische Merkmale bedingte Resistenz vorliegt.

Von einigen Winter- und Sommergerstensorten, die in Feldversuchen durch mehr oder weniger starken Befall aufgefallen waren, wurden einige Pflanzen in Töpfe pikiert. Zur Zeit des Ährenschiebens wurden alle Neben-

triebe bis auf 20 Halme je Topf entfernt. Die so vorbereiteten Töpfe fanden, um unkontrollierte Belegungen möglichst zu vermeiden, in der Mitte eines Kartoffelschlages Aufstellung. Nach beendigter Blüte wurden in einem spät gedrillten Haferschlag gesammelte Friteier, nach vorheriger Kontrolle unter dem Binokular, mit Hilfe eines Haarpinsels zwischen die noch leicht geöffneten Spelzen der Ährchen geschoben. Je Sorte und Topf wurden 10 Ähren mit je 5 Eiern belegt (in der Tabelle mit B bezeichnet). Die übrigen 10 Ähren (mit A bezeichnet) blieben zur Kontrolle von Hand unbelegt.

Die Auswertung der Ähren erfolgte in üblicher Weise unter dem Binokular. Die Ergebnisse wurden in den Tabellen 16 und 17 niedergelegt.

*Wintergersten*

*Tabelle 16*

| Sorte | | Untersuchte Körner insgesamt | Taube Ährchen | Befallene Körner insgesamt | Befallene Körner in % |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. Eckendorfer Mammuth | A | 471 | 8 | 2 | 0,42 |
| | B | 423 | 5 | 40 | 9,46 |
| 2. Friedrichswerther Berg | A | 451 | 8 | 8 | 1,77 |
| | B | 462 | 3 | 44 | 9,52 |
| 3. Peragis Stamm 12 | A | 432 | 5 | 7 | 1,62 |
| | B | 505 | 4 | 48 | 9,50 |
| 4. Derenburger | A | 359 | 6 | 3 | 0,83 |
| | B | 412 | 7 | 41 | 9,95 |
| 5. Mahndorfer Victoria | A | 416 | 5 | 3 | 0,72 |
| | B | 460 | 6 | 42 | 9,13 |
| 6. Strengs Domina | A | 516 | 4 | 5 | 0,97 |
| | B | 394 | 9 | 43 | 10,91 |

Der Befall ist also bei den künstlich belegten Ähren bei allen Sorten überaus gleichartig. Andererseits sind die unbehandelten Ähren wieder unterschiedlich stark befallen, und dabei führen in der Befallstärke wieder die gleichen Sorten wie bei den vorhergehenden Versuchen. Dieser Befund scheint mir besonders beachtlich. Er besagt nämlich, daß die unterschiedliche Anfälligkeit der Sorten gegen Fritfliegen nicht auf morphologischen Eigentümlichkeiten beruht. Der Befund spricht vielmehr dafür, daß die unterschiedliche Anfälligkeit lediglich mit dem unterschiedlichen Vegetationsrhythmus der Sorten zusammenhängt. „Paragis Stamm 12" und „Friedrichswerther Berg" werden deshalb am stärksten befallen, weil sie auch spät blühen und damit mehr als die frühreifenden Sorten in die Hauptflugzeit der Fliegen hineinkommen.

Bei künstlicher Belegung wurden also auch bei den Sommergersten alle Sorten fast gleichstark befallen. Die höheren Hundertsätze bei den zweizeiligen Sorten finden ihre Erklärung in der relativ stärkeren Belegung. Trotzdem bleibt der wirkliche Befall im Verhältnis zur künstlichen Infektion gering. Im Vergleich zu den vierzeiligen Sorten, bei denen von 50 eingeschobenen Eiern zuzüglich der nicht ganz ausgeschlossenen natürlichen Ablage durchschnittlich 46,6 zur Entwicklung kamen, liegt die Zahl bei den zweizeiligen Gersten mit durchschnittlich 31,2 Eiern niedrig. Der Ausfall dürfte zwei Gründe haben. Erstens haften die künstlich angebrachten Eier sehr schlecht an den Spelzen, so daß sie durch Wind und Regen leicht entfernt

*Sommergersten*

*Tabelle 17*

| Sorte | | Untersuchte Körner insgesamt | Taube Ährchen | Befallene Körner insgesamt | Befallene Körner in % |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. Heines vierzeilige | A | 445 | 9 | 9 | 2,02 |
| | B | 462 | 7 | 46 | 9,96 |
| 2. Hohenfinower | A | 460 | 6 | 6 | 1,30 |
| | B | 514 | 8 | 49 | 9,53 |
| 3. Breustedts Granat | A | 490 | 5 | 11 | 2,24 |
| | B | 482 | 7 | 45 | 9,34 |
| 4. Strengs Franken | A | 240 | 3 | 0 | 0 |
| | B | 218 | 3 | 29 | 13,30 |
| 5. Heines Haha | A | 282 | 3 | 0 | 0 |
| | B | 260 | 4 | 34 | 13,08 |
| 6. Firlbecks | A | 241 | 3 | 2 | 0,83 |
| | B | 224 | 5 | 27 | 12,05 |
| 7. Ackermanns Isaria | A | 268 | 5 | 3 | 1,12 |
| | B | 274 | 4 | 35 | 12,77 |

werden. Zweitens ist die Anziehungskraft der zweizeiligen Sorten an sich schon schwach.

### *d. Folgerungen*

Bei Untersuchung des Halmbefalls traten Unterschiede in der Anfälligkeit bei den einzelnen Sorten nicht in Erscheinung. Die von Zhukowski (1932, S. 347) geltend gemachten Beobachtungen, wonach Beziehungen zwischen Befallstärke im Jugendstadium und der Größe der Zwischenräume zwischen Blattscheide und Halm bestehen, konnten bei keinem Sortenversuch bestätigt werden.

Dagegen fanden die von Blunck (1949, S. 130) mitgeteilten Beobachtungen, nach denen zwischen Entwicklungsrhythmus und Anfälligkeit enge Zusammenhänge bestehen, in allen Versuchen Bestätigung. Besonders beim Ährenbefall wurden diese Beziehungen deutlich. In Ostwestfalen und Lippe war der Befall bei den überprüften Sorten um so größer, je später sie reiften.

Sichtbare Befallunterschiede bestehen zwischen zwei- und mehrzeiligen Sorten. In allen Versuchen lag der Hundertsatz der Beschädigung bei dem mehrzeiligen um ein Vielfaches höher als bei den zweizeiligen Sorten. Diese wurden selbst bei stark verspäteter Aussaat nicht sonderlich heimgesucht. Die Ursachen dafür dürften einmal in ihrer mangelhaften Anziehungskraft gegenüber den Vollkerfen liegen. Beim Abketschern verschiedener Sorten erwies sich nämlich der Anflug bei den mehrzeiligen Sorten um das 2- bis 3fache stärker als bei den zweizeiligen Sorten. Zum anderen dürften die abgelegten Eier auf den Ährchen der zweizeiligen Gersten wesentlich ungeschützter liegen als bei den mehrzeiligen. Sie fallen daher viel häufiger den Witterungseinflüssen (Wind, Regen usw.) zum Opfer.

Bei Versuchen mit künstlicher Belegung konnten Sortenunterschiede, bedingt durch anatomische oder morphologische Merkmale, innerhalb der beiden Gruppen (Sommer- und Wintergerste) nicht gefunden werden, vielmehr entwickelten sich alle Eier ziemlich gleichmäßig. Der Hundertsatz der Beschädigung lag infolgedessen bei der Auswertung annähernd gleich.

## II. Saatzeit

### *a. Beziehungen zum Halmbefall*

Bekanntlich bevorzugt die Fritfliege bestimmte Wachstumsstadien der Pflanzen zur Eiablage. Entsprechende Hinweise sind in der Literatur zahlreich zu finden. Einschlägige Untersuchungen wurden aber bislang nur am Hafer gemacht. Es war daher notwendig, der Frage auch bei Gerste nachzugehen. Diesbezügliche Versuche wurden in den Jahren 1948 bis 1951 durchgeführt.

#### *1. Wintersaat*

Die Wintergerste wird im westfälisch-lippischen Raum in der Regel im letzten Drittel des September gesät. Abweichungen sind fast ausschließlich durch Witterungsverhältnisse bedingt. Sie sind so gering, daß sie hier unberücksichtigt bleiben können. Zur normalen Aussaat ist der Flug der Herbstfliegen noch sehr intensiv. Im Jahre 1949 fiel die Klimax des Herbstfliegenfluges sogar erst auf den 15. 9., 1950 auf den 26. 9. und 1951 auf den 25. 9. Auch die als Begrenzungsfaktor der Legetätigkeit einsetzende Mindesttemperatur von 12° C war um diese Zeit noch nicht unterschritten. Dieser kritische Punkt trat 1949, nach einem kurzfristigen Absinken der Temperatur am 1. und 2. 10., erst am 23. 10. ein. 1950 lag die mittlere Tagestemperatur nach vorübergehendem Absinken zwischen dem 20. und 29. 9. noch wieder über 12° C (vgl. Kreuter 1930, S. 463 und Riggert 1935, S. 149). 1951 setzte die Temperatur erst am 3. 10. der Tätigkeit der Fliegen ein Ziel. In den nachstehend besprochenen Aussaatzeitenversuchen spiegeln sich diese Zusammenhänge.

Die Ergebnisse zweier Versuche sind in den Abbildungen 17 u. 18 veranschaulicht niedergelegt.

1. Versuch

Aussaatzeitenversuch 1949, Ringsthof, Kreis Herford, 80 m ü. N.N.
Sorte: Mahndorfer Victoria

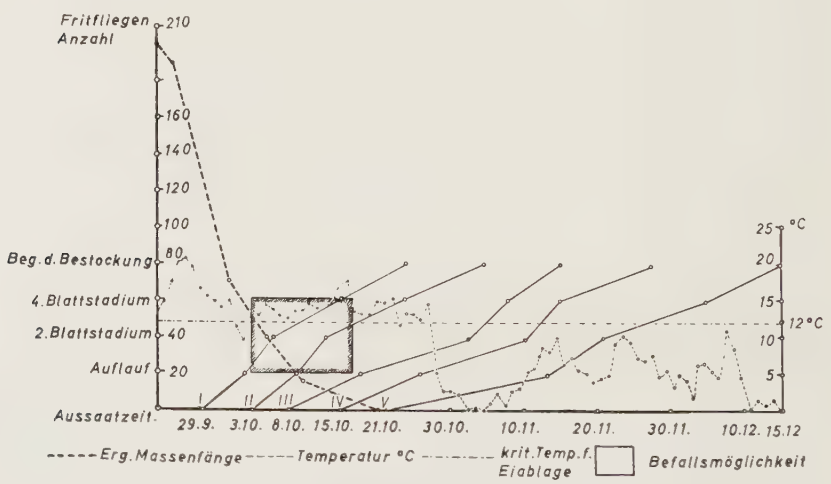



*Abb. 17.* Halmbefall bei Herbstaussaat. Aussaatzeitenversuch Ringsthof, Krs. Herford, 1949. Sorte: Mahndorfer Victoria

Bodenverhältnisse: Tiefgründiger, humoser Lehm
Düngung: 120 kg $K_2O$ / 60 kg $P_2O_5$ / 60 kg N je ha
Lage der Versuchsparzellen: Innerhalb eines Wintergerstenschlages, 5 m vom angrenzenden Grünland entfernt
Untersucht wurden je Aussaat 300 Halme.

Nur die beiden ersten Aussaaten vom 26. 9. und 3. 10. fielen demnach mit ihrem Auflauf (2. 10. bzw. 9. 10.) noch in die Flugzeit der Fliegen und wurden auch, da die Temperatur hoch genug war, belegt. Der Befall war allerdings nur gering. Er betrug 3,66 bzw. 1,00 % der Halme, was in diesem Falle gleichbedeutend mit dem Hundertsatz der Pflanzen war, da diese damals erst das 4- bzw. 2-Blattstadium erreicht, also sich noch nicht bestockt hatten.

2. Versuch

Aussaatzeitenversuch 1951, Wilbasen (Lippe) 136 m ü. N.N.
Sorte: Friedrichswerther Berg
Bodenverhältnisse: Schwerer, tiefgründiger Lehm
Düngung: 80 kg $K_2O$ / 50 kg $P_2O_5$ / 40 kg N je ha
Lage der Versuchsparzellen: Innerhalb eines Wintergerstenschlages, einseitig durch Grünland begrenzt
Untersucht wurden je Aussaat 300 Halme.

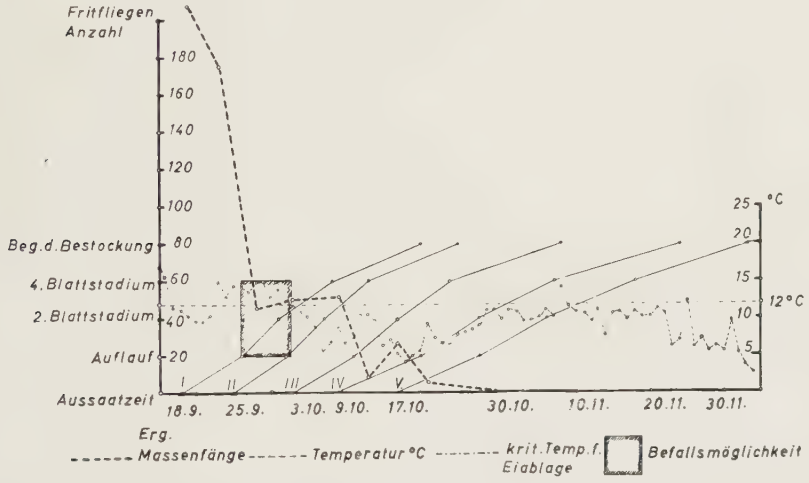



*Abb. 18.* Halmbefall bei Herbstaussaat. Aussaatzeitenversuch Wilbasen 1951. Sorte: Friedrichswerther Berg

Die in Abb. 18 niedergelegten Befunde besagen, daß nur die erste Aussaat deren Auflauf und 2-Blattstadium noch in den Fliegenflug fällt, belegt wird. Zur Zeit des Auflaufens der zweiten Aussaat wurde durch ein Absinken der Temperatur unter 12° C die Legetätigkeit der noch zahlreich vorhandenen Fliegen unterbunden. Sie und die folgenden Aussaaten blieben daher verschont.

Zusammengefaßt läßt sich aus den Versuchen folgern, daß die Gerste in Westfalen und Lippe in der Regel erst kurz vor Ende der Legezeit der Fliegen aufläuft und dementsprechend schwach befallen wird.

*2. Sommersaat*

Die Frühjahrsaussaat für Gerste schwankte im Gegensatz zur Herbstaussaat stark. Auf schweren, bindigen und wasserundurchlässigen Böden zieht sie sich in Westfalen und Lippe oft bis Ende April oder gar Anfang Mai hin. Von vornherein ist anzunehmen, daß die Saat dann mit ihren anfälligsten Stadien in die Hochflut des Frühlingsfliegenfluges fällt. Es blieb aber erwünscht, das experimentell nachzuprüfen. Zu diesem Zwecke kamen in Ringsthof, Kreis Herford, und in Wilbasen, Kreis Detmold, einige Aussaatzeitenversuche mit der Sorte „Heines vierzeilige" zur Durchführung. Über die Ergebnisse von 2 Versuchen ist nachstehend in den graphischen Darstellungen berichtet. Die übrigen Versuche ergaben gleichsinnige Befunde.

Die Auswertung auf Befall erfolgte nach beendeter Bestockung. Die Halme wurden allerdings fast immer nur bis zum 4-Blattstadium des ersten Triebes belegt. Untersucht wurden je Aussaat 300 Halme.

1. Versuch

Aussaatzeitenversuch 1949, Ringsthof, Kreis Herford, 90 m ü. N.N.
Bodenverhältnisse: Bindiger, toniger Lehm
Düngung: 80 kg $K_2O$ / 40 kg $P_2O_5$ / 40 kg N je ha
Lage der Versuchsparzellen: Begrenzt durch einen Luzerne- und Rübenschlag

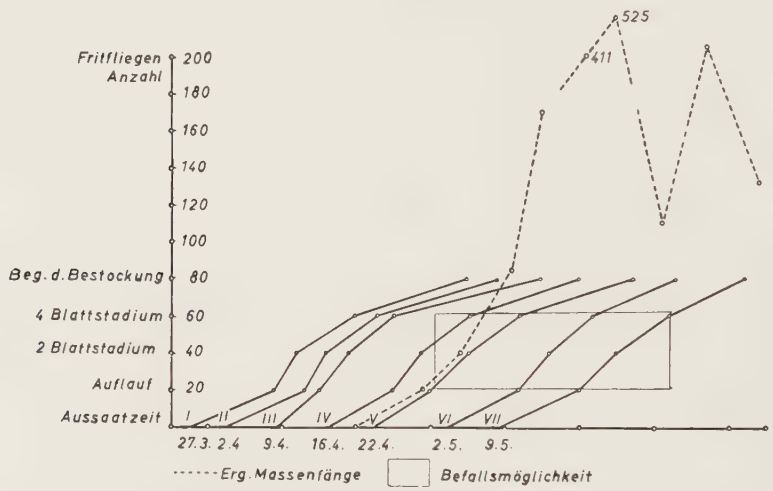



*Abb. 19.* Halmbefall bei Frühjahrsaussaat. Aussaatzeitenversuch VI, Ringsthof 1949. Sorte: Heines vierzeilige

Erst von der am 16. 4. in den Boden gebrachten Aussaat ab stand die Gerste zur Zeit des Fliegenfluges noch im belegungsfähigen Stadium und wurde dementsprechend stark belegt. Sie wurden allerdings kaum schon von den erst ab 20. 4. schwärmenden Fliegen erfaßt. Zunehmend stärker war der Befall bei den folgenden Aussaaten.

2. Versuch

Aussaatzeitenversuch 1950, Wilbasen (Lippe) 136 m ü. N.N.
Bodenverhältnisse: Milder, tiefgründiger Lehm
Düngung: 100 kg $K_2O$ / 50 kg $P_2O_5$ / 40 kg N je ha
Lage der Versuchsparzellen: Innerhalb eines Hafer-Bohnengemenges

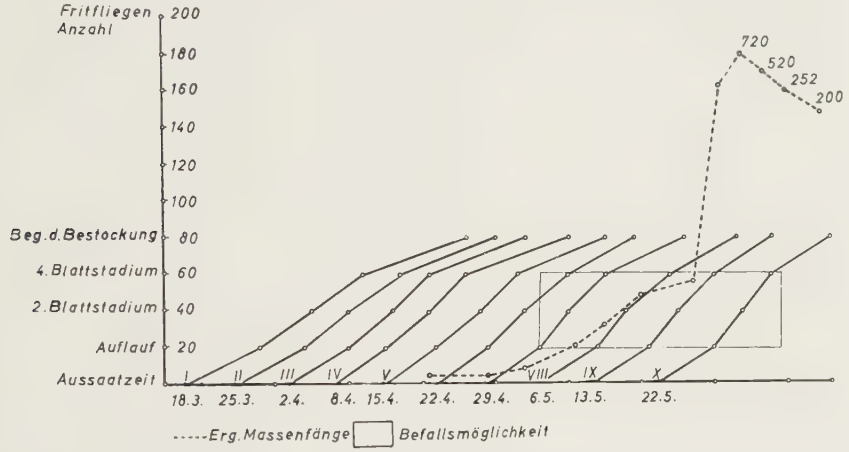



*Abb. 20.* Halmbefall bei Frühjahrsaussaat. Aussaatzeitenversuch VII, Wilbasen 1950. Sorte: Heines vierzeilige

Erst von der sechsten Aussaat ab (22. 4.) fielen die belegungsfähigen Stadien in stärkeren Fliegenflug. Der Befall war bis zur achten Aussaat (6. 5.) allerdings sehr gering. Mit zunehmender Flugintensität ab 26. 6. stieg auch der Hundertsatz der befallenen Pflanzen auf 7,00 bzw. 11,33 bei den letzten beiden Aussaaten an.

Übereinstimmend besagen die Befunde, daß die Saat fast durchweg um so stärker belegt wurde, je später sie in den Boden gebracht war. Die Frühsaaten blieben gänzlich befallfrei. Der Höchstbefall wurde mit 11,33 % der Halme bei der Aussaat vom 22. 5. 50 beobachtet. Grundsätzlich ist damit nichts Neues gesagt. Beachtlich ist aber, daß die Gefährdung der Saat in allen drei Jahren erst bei Aussaat nach Mitte April einsetzte. In Westfalen und Lippe bleibt damit, zumindest in den Versuchsgebieten, hinreichend Spielraum, die Sommergerste so rechtzeitig in den Boden zu bringen, daß die Pflanze über das anfälligste Stadium, d. h. über die Bildung des 4. Blattes mit allen zum Schossen kommenden Halmen hinaus ist, ehe die Fliege zum Angriff schreitet. Schwächliche Sekundärtriebe werden zwar auch später noch belegt, wirtschaftlich gesehen ist dieser Befall aber belanglos.

Während somit die Herbstsaaten um so stärker gefährdet sind, je früher sie in den Boden kommen, ist umgekehrt, ebenso wie beim Hafer, bei den Sommersaaten die Gerste dem Befall um so weniger ausgesetzt, je früher sie gesät wird.

### *b. Beziehungen zum Ährenbefall*

Die im Kapitel D, I, c mitgeteilten Befunde über Beziehungen von Ährenbefall und Reifezeit der Gerstensorten ließen von vornherein parallelgehende Ergebnisse bei Aussaatzeitenversuchen erwarten. Über einschlägige Befunde hat Blunck (1949, S. 130) berichtet. Es schien mir

aber erwünscht, diese durch weitere Belege zu untermauern. Zu dem Zweck wurden in den Jahren 1948 bis 1951 eine Anzahl Saatzeitversuche mit Winter- und Sommergerste durchgeführt. Dabei wurde jede Aussaat in zweitägigem Abstand auf Auflauf, Beginn des Schossens, des Ährenschiebens, Beginn der Blüte und Milchreife und des Tages der Ernte bonitiert. Zur Ermittlung der Flugintensität zur Zeit der einzelnen Wachstumsstadien wurden in kürzeren Abständen Massenfänge durchgeführt. Der Befall der Ährchen bzw. der Körner wurde dann durch Untersuchung von je 20 Ähren ermittelt. Die Befunde sind in den Tabellen 18 und 19 für insgesamt 2 Versuche festgehalten. Dabei ist der Befall in Prozent der zum Fruchten gekommenen Ährchen ausgedrückt. Mit einer Ausnahme lief jeder Aussaatzeitenversuch mit mehreren Sorten. In den Tabellen ist nur über *eine* ausführlich berichtet. In der letzten Spalte ist aber auch der Durchschnittsbefall, bezogen auf alle in den Versuchen aufgenommenen Sorten, aufgeführt.

*Wintergerste*

Aussaatzeitenversuch 1948, Baringhof, Krs. Herford, 80 m ü. N.N.
Sorte: Peragis Stamm 12
Düngung: 120 kg $K_2O$ / 50 kg $P_2O_5$ / 60 kg N je ha
Bodenverhältnisse: Bindiger, tiefgründiger Lehm
Lage der Versuchsparzellen: Am Rande eines Wintergerstenschlages, allseitig begrenzt durch Weißkohl

*Tabelle 18*

| Aussaat | Auflauf | Beginn des Ährenschiebens | Datum und Ergebnis der Fänge | Beginn der Blüte | Datum und Ergebnis der Fänge | Beginn der Milchreife | Datum und Ergebnis der Fänge | Fritbefall Ährchen in % | Fritbefall ∅ Ährchen[1] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I. 24. 9. | 1. 10. 48 | 6. 5. | (4. 5.) 40 | 10. 5. | | 18. 5. | | 2,2 | 1,04 |
| II. 1. 10. | 12. 10. 48 | 8. 5. | | 13. 5. | (11. 5.) 85 | 20. 5. | (21. 5.) 411 | 2,7 | 1,37 |
| III. 8. 10. | 2. 11. 48 | 10. 5. | (11. 5.) 85 | 16. 5. | (15. 5.) 170 | 24. 5. | (25. 5.) 525 | 5,2 | 2,00 |
| IV. 15. 10. | 4. 11. 48 | 14. 5. | | 20. 5. | | 28. 5. | | 11,7 | 4,90 |
| V. 25. 10. | 16. 11. 48 | 15. 5. | (15. 5.) 170 | 21. 5. | (21. 5.) 411 | 29. 5. | (1. 6.) 110 | 9,8 | 6,69 |
| VI. 1. 11. | 26. 11. 48 | 19. 5. | (21. 5.) 411 | 23. 5. | (25. 5.) 525 | 1. 6. | | 13,5 | 10,20 |

[1] Bezogen auf 4 Sorten: Eckendorfer, Derenburger, Friedrichswerther und Peragis Stamm 12.

Bei den späten Aussaaten ab 15. 10. fielen Ährenschieben und Blütezeit, bei den Frühaussaaten schon die Milchreife mit der Flugspitze der Frühlingsfliegen zusammen. Die Spätsaaten befanden sich damit in den von der Fritfliege stark bevorzugten Stadien und wurden dementsprechend stärker belegt als die Frühsaaten, die bereits über den kritischen Punkt hinweg waren.

*Sommergerste*

Aussaatzeitenversuch 1951, Wilbasen (Lippe) 136 m ü. N.N.
Sorte: Heines vierzeilige
Düngung: 80 kg $K_2O$ / 50 kg $P_2O_5$ / 40 kg N je ha
Bodenverhältnisse: Milder, tiefgründiger Lehm

Lage der Versuchsparzellen: Innerhalb eines Sommergerstenschlages, nur durch Vorgewende vom benachbarten Grünland getrennt

*Tabelle 19*

| | Aussaat | Auflauf | Beginn des Ährenschiebens | Datum und Ergebnis der Fänge | Beginn der Blüte | Datum und Ergebnis der Fänge | Beginn der Milchreife | Datum und Ergebnis der Fänge | Fritbefall Ährchen in % | Fritbefall ∅ Ährchen in %[1] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I. | 3. 4. | 12. 4. | 9. 6. | (10. 6.) 168 | 16. 6. | (15. 6.) 212 | 28. 6. | (30. 6.) 150 | 5,2 | 2,4 |
| II. | 15. 4. | 23. 4. | 16. 6. | (15. 6.) 212 | 23. 6. | (20. 6.) 290 | 5. 7. | (5. 7.) 48 | 5,6 | 3,3 |
| III. | 20. 4. | 29. 4. | 20. 6. | (20. 6.) 290 | 28. 6. | (25. 6.) 364 | 8. 7. | (8. 7.) 190 | 7,1 | 4,7 |
| IV. | 27. 4. | 5. 5. | 24. 6. | (25. 6.) 364 | 2. 7. | (30. 6.) 150 | 11. 7. | (13. 7.) 205 | 10,6 | 5,7 |
| V. | 5. 5. | 14. 5. | 30. 6. | (30. 6.) 150 | 7. 7. | (5. 7.) 48 | 16. 7. | (17. 7.) 211 | 6,6 | 3,8 |

[1] Bezogen auf 4 Sorten: Breustedts Granat, Hohenfinower, Strengs Franken, Heines vierzeilige.

Schon die am 3. 4., also verspätet in den Boden gebrachte 1. Aussaat fiel mit ihren empfindlichen Stadien in die Hauptflugzeit der Frühlingsfliegen und wurde stark befallen. Die Belegung verschärfte sich noch bei späteren Aussaaten und erreichte ihren Höhepunkt bei der am 27. 4. gedrillten und am 24. 6. zum Ährenschieben gekommenen Gerste. Nach dem 27. 4. besäte Parzellen kamen mit Ährenschieben und Blüte in den zu Ende gehenden Frühlingsfliegenflug, mit ihrer Milchreife aber bereits schon in den langsam einsetzenden Flug der Sommerfliegen. Sie wurden also befallen, aber die Besiedlung blieb schwächer als bei den vorausgehenden Aussaaten.

### *c. Folgerungen*

Die Befunde bestätigen übereinstimmend, daß zwischen dem Befall und Wachstumsstadium enge Beziehungen bestehen. Die Schädigung der Ährchen wird um so stärker, je näher das Ährenschieben und die Blüte der einzelnen Aussaaten an eine Flugspitze der Fliegen herankommen. Bei Winterungen dürfte das kritische Stadium der Anfälligkeit bei Spätaussaaten ab 15. 10. in der Regel mit dem Massenflug der Frühlingsfliegen zusammenfallen. Die Sommerung kommt bei mittelfrüher Aussaat ab Anfang April mit den anfälligen Stadien der Ähre in den Massenflug der Frühlingsfliegen, wird also besonders stark heimgesucht. Frühaussaaten sind dann bereits über ihren gefährdeten Punkt hinweg, Spätaussaaten z. Z. des Fliegenflugs aber erst kaum geschoßt. Der bei beginnender Milchreife der Spätsaaten einsetzende Sommerfliegenflug hat, wie bereits im Kapitel D, I aufgezeigt, nur geringen Einfluß auf die Stärke der Schädigung.

## III. Düngung

Da der Nährstoffvorrat für den Verlauf der Jugendentwicklung sowie auch für die Reifezeit und damit für die Dauer der Belegungsfähigkeit der jungen Pflanzen und der Ähren mitbestimmend ist, dürfte neben den vorgenannten Faktoren auch die Düngung auf die Stärke des Fritbefalles Einfluß haben. In der Literatur ist dieser Frage bislang wenig Beachtung geschenkt. Die Mehrzahl der Autoren behandelt die Düngung nur am Rande und oberflächlich. Etwas eingehendere Angaben machen Blunck und Ludewig (1937, S. 5) und Roos (1937, S. 40). Sie sprechen auf Grund von Beobachtungen, die an Hafer durchgeführt wurden, übereinstimmend der Phophorsäure befallsmindernde Wirkung zu. $P_2O_5$ beschleunigt danach die Ausbildung der Härtelemente sowie die Reife, verkürzt also die belegungsfähigen Stadien. Dem Superphosphat wird dabei vor anderen Phosphorsäuredüngern der Vorrang gegeben. Kali findet kaum Erwähnung. Stickstoff wird auf Grund seiner Fähigkeit, das Wachstum zu kräftigen und die Bildung von Sekundärtrieben anzuregen, befallsfördernde Wirkung zugeschrieben.

Für Gerste lagen bisher keine einschlägigen Untersuchungen vor. Ich suchte, diese nachzuholen.

### *a. Versuche*

1. Düngungsversuch zu Wintergerste „Mahndorfer Victoria"
   Versuchsort: Ringsthof, Kreis Herford, 1950
   Der Versuch wurde in unmittelbarer Nähe der Aussaatzeitenversuche durchgeführt. Parzellengröße 2 × 5 m, je Versuchsreihe 4 Wiederholungen.
   Die für den Düngungsversuch vorgesehene Fläche wurde durch das landwirtschaftliche Untersuchungsamt der Landwirtschaftskammer Westfalen auf Nährstoffgehalt untersucht (s. Tab. 20).

*Tabelle 20*

| Bodenart | Kalkzustand nach Schachtschabel | | Phosphatzustand | | Kalizustand | | Humus |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Reaktion ph ($KC_2$) | pH in Kalzium-azetat | mg $P_2O_5$ in 100 g Feinboden | Phos-phat-klasse | mg $K_2O$ in 100 g Feinboden | Kali-klasse | % |
| Lehm | 6,4 | 6,65 | 9 | II | 16 | II | 2,4 |

Die Klasseneinteilung bei Phosphorsäure und Kali hat folgende Bedeutung: Klasse I ausreichend versorgt, Klasse II schwach bedürftig, Klasse III stark bedürftig.

Die Parzellen hatten als Vorfrucht Roggen getragen, waren am 10. August geschält und nach der Saatfurche am 24. September mit Wintergerste bestellt. Die Düngung erfolgte am 22. September, also unmittelbar vor der Aussaat. Lediglich die Stickstoffgaben wurden geteilt, 1/3 vor der Saat, 2/3 im Frühjahr als Kopfdünger verabreicht. Im Jahre 1948 hatte der Boden eine Kalkgabe in Höhe von 28 dz/ha zu Kartoffeln bekommen.

Folgende Handelsdünger fanden Verwendung:

| | | |
|---|---|---|
| Kali | 40%iges Kalidüngesalz | |
| Phosphorsäure | Rhenaniaphosphat, 23–31 % $P_2O_5$ | |
| Stickstoff | Herbstgabe: | Kalkstickstoff, 20–21 % N |
| | Frühjahrsgabe: | Kalkammonsalpeter, 20–21 % N |

Auflauf 3. 10. 50, Beginn der Bestockung 24. 10. 50, Beginn des Schossens 5. 5. 51, Beginn des Ährenschiebens 13. 5. 51, Ernte 5. 7. 51.

Zur Feststellung des Halmbefalls wurden am 20. November 100 Pflanzen

mit durchschnittlich 4,2 Halmen je Parzelle entnommen und auf Larvenschädigung durchgesehen. Die Auszählungen zur Ermittlung des Ährenschadens erfolgten an 20 Ähren nach der Ernte unter dem Binokular. Das Ergebnis wurde in Tab. 21 niedergelegt.

*Tabelle 21*

| Versuchsreihe | Nährstoffmengen kg/ha | | | Kornertrag | | | Fritbefall an Halmen in % | | | Fritbefall an Ähren in % | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | K | $P_2O_5$ | N | ∅ kg Parzelle | dz/ha | 1000-Korngewicht g | Min. | ∅ | Max. | Min. | ∅ | Max. |
| 1. Ungedüngt | — | — | — | 2,15 | 21,5 | 40,8 | 2,3 | 2,5 | 2,7 | 4,5 | 5,8 | 6,3 |
| 2. K P | 120 | 60 | — | 2,53 | 25,3 | 42,0 | 1,5 | 1,9 | 2,4 | 4,2 | 4,5 | 5,0 |
| 3. P N | — | 60 | 60 | 2,85 | 28,5 | 42,1 | 1,6 | 2,4 | 2,7 | 3,9 | 4,5 | 5,2 |
| 4. N | — | — | 60 | 2,80 | 28,0 | 42,4 | 2,4 | 2,5 | 2,7 | 4,5 | 4,8 | 5,4 |
| 5. K N | 120 | — | 60 | 2,84 | 28,4 | 42,6 | 2,0 | 2,2 | 2,6 | 4,5 | 4,5 | 4,5 |
| 6. K P N | 120 | 60 | 60 | 3,20 | 32,0 | 42,9 | 2,0 | 2,5 | 2,8 | 3,5 | 4,3 | 5,2 |
| 7. K P2 N | 120 | 120 | 60 | 3,35 | 33,5 | 43,3 | 1,8 | 2,0 | 2,3 | 2,6 | 3,1 | 3,6 |
| 8. K P2 N²/₃ | 120 | 120 | 40 | 3,32 | 33,2 | 43,4 | 2,1 | 2,6 | 2,9 | 2,6 | 3,1 | 3,4 |

Der Halmbefall war durchweg schwach, und die Unterschiede gehen bei den einzelnen Parzellen nur wenig über das Ausmaß des natürlichen Fehlers hinaus. Immerhin läßt sich sagen, daß die nur mit Kali und Phosphorsäure gedüngten Parzellen im Mittel besser abgeschnitten haben als alle anderen.

Größer sind die Unterschiede im Ährenbefall, auch hier weisen die ungedüngten Parzellen mit im Mittel 5,8 % die stärkste Schädigung auf, und die am reichlichsten mit Phosphorsäure versorgten Flächen (Parzellen 7 u. 8) haben mit im Mittel 3,1 % Befall bei weitem am besten abgeschnitten. Eine günstige Auswirkung der Kaligabe läßt sich, da sie nicht variiert, nur schwerlich herauslesen. Die Stickstoffgaben haben sich dagegen wider Erwarten nicht ungünstig ausgewirkt.

2. Düngungsversuch zu Sommergerste „Heines vierzeilige"
Versuchsort: Baringhof, Kreis Herford, 1951
Parzellengröße 2×5 m, je Versuchsreihe 4 Wiederholungen. Die Bodenanalyse brachte folgendes Ergebnis (s. Tab. 22).

*Tabelle 22*

| Bodenart | Kalkzustand nach Schachtschabel | | Phosphatzustand | | Kalizustand | | Humus |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Reaktion pH ($KCl_2$) | pH in Kalzium-azetat | Feinboden in 100 g mg $P_2O_5$ | Phos-phat-klasse | mg $K_2O$ in 100 g Feinboden | Kali-klasse | % |
| mittlerer Lehm | 6,4 | 6,7 | 3 | III | 15 | III | 2,9 |

Die Parzellen hatten als Vorfrucht Weißkohl getragen und wurden nach Bearbeitung der Winterfurche am 28. März mit Sommergerste bestellt. Der Dünger wurde in voller Höhe vor der Aussaat gegeben.

Folgende Handelsdünger fanden Verwendung:
Kali 40%iges Kalidüngesalz
Phosphorsäure Superphosphat, 18 % $P_2O_5$
Stickstoff Kalkammonsalpeter, 20–21 % N

Auflauf 9. 4. 51, Beginn der Bestockung 6. 5. 51, Beginn des Schossens 26. 5. 51, Beginn des Ährenschiebens 2. 6. 51, Ernte 12. 7. 51.

Zur Kontrolle des Halmbefalls wurden am 10. 5. 51 je Parzelle 200 Pflanzen mit durchschnittlich 1,3 Halmen auf Larvenbefall untersucht. Die Ährenauswertung erfolgte nach der Ernte am 18. 7. 51 mit dem Binokular. Das Ergebnis ist in Tab. 23 niedergelegt.

*Tabelle 23*

| Versuchsreihe | Nährstoffmengen kg/ha | | | Kornertrag | | | Fritbefall an Halmen in % | | | Fritbefall an Ähren in % | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | K | $P_2O_5$ | N | ∅ kg Parzelle | dz ha | 1000-Korngewicht g | Min. | ∅ | Max. | Min. | ∅ | Max. |
| 1. Ungedüngt | — | — | — | 2,00 | 20,0 | 45,2 | 0,7 | 1,0 | 1,2 | 4,0 | 5,2 | 5,5 |
| 2. K P | 80 | 36 | — | 2,30 | 23,0 | 45,4 | 0 | 0 | 0 | 3,0 | 3,1 | 3,4 |
| 3. P N | — | 36 | 30 | 2,46 | 24,6 | 45,6 | 0 | 0 | 0 | 3,3 | 3,4 | 3,6 |
| 4. N $1^1/_2$ | — | — | 45 | 2,50 | 25,0 | 46,4 | 1,3 | 1,5 | 1,7 | 4,0 | 4,5 | 4,8 |
| 5. K N | 80 | — | 30 | 2,52 | 25,2 | 46,8 | 0 | 0 | 0 | 4,2 | 4,2 | 4,2 |
| 6. K P N | 80 | 36 | 30 | 2,70 | 27,0 | 47,0 | 0 | 0 | 0 | 3,5 | 3,6 | 3,8 |
| 7. K P2 N | 80 | 72 | 30 | 2,82 | 28,2 | 48,0 | 0 | 0 | 0 | 2,7 | 3,0 | 3,4 |
| 8. K P2 $N^2/_3$ | 80 | 72 | 20 | 2,73 | 27,3 | 47,2 | 0 | 0 | 0 | 2,7 | 2,9 | 3,3 |

Die Jugendentwicklung der Gerste vom Auflauf bis zum Schossen fiel in eine fast fliegenfreie Zeit. Infolgedessen blieb der Halmbefall außerordentlich gering. Die Schädigung der Parzellen 1 (ungedüngt) und 4 (verstärkt mit N gedüngt) mit 1 bzw. 1,5 % dürften aber trotzdem nicht rein zufällig sein.

Stärker waren die Ähren besiedelt. Auch hier ging der Befall im Mittel je Parzelle nicht über 5,2 %. Er traf beachtlicherweise wieder die ungedüngten Parzellen. Wiederum blieben die mit Phosphorsäure bedachten Parzellen mit einem mittleren Befall von 2,9 bis 3,6 % dagegen erheblich zurück. Die beiden Parzellen 7 und 8 schnitten mit im Mittel 2,9 bzw. 3,0 % sogar am besten ab.

Eine günstige Auswirkung der Kaligabe geht aus den Befunden kaum hervor. Von einem befallsfördernden Einfluß der Stickstoffgabe kann ebenfalls keine Rede sein. Im Gegenteil darf gesagt werden, daß die Parzellen mit Volldüngung am wenigsten Ausfall hatten.

### *b. Folgerungen*

Bei beiden Versuchen blieb der Befall zu gering, als daß weitgehende Folgerungen über die Beziehungen zwischen Düngung und Befall möglich wären. Immerhin waren die ungedüngten Parzellen eindeutig am stärksten geschädigt und die Volldüngungsparzellen, vor allem die mit verstärkter Phosphorsäuregabe, schnitten ebenso eindeutig am besten ab. Damit wäre die von anderen Autoren registrierte günstige Auswirkung der Phosphorsäure bestätigt. Ein günstiger Effekt von Kaligaben kam bei meinen Versuchen nicht

zum Ausdruck. Ebenso blieb aber auch der ungünstige Einfluß des Stickstoffes aus. Allerdings wurde dieser nicht in wesentlich über das Übliche hinausgehender Menge verabreicht.

Wenn also überhaupt ein allgemeiner Schluß aus meinen beiden Versuchen gezogen werden darf, so ist es wohl höchstens der, daß eine normale Volldüngung den Fritbefall bei Gerste eher vermindert als vermehrt und daß das auch, und vielleicht besonders, für den Befall in der Ähre gilt.

## IV. Brut- und Nährpflanzen in der Nachbarschaft von Getreideschlägen

### *a. Brutpflanzen*

Die Zahl der Brutpflanzen der Fritfliege ist bekanntlich sehr groß. Sie beschränkt sich zwar auf Gramineen, ist unter diesen aber nicht sonderlich wählerisch. Gräser, die an fleischigen, lange weich bleibenden Geweben reich sind, werden bevorzugt. Es müssen aber noch andere Momente bei der Wahl mitsprechen. Andernfalls wäre unverständlich, daß die Fliege bei uns Mais und Gerste, letztere im Keimlingsstadium, mehr oder minder meidet. Andererseits finden sich auch unter den Wiesen- und Weidegräsern sowie unter den wilden Gramineen stark heimgesuchte Gattungen und Arten neben anderen, die selten besiedelt werden, ohne daß beide Gruppen sich in der Wuchsform stark unterscheiden. Dieser Erscheinung wurde daher etwas näher nachgegangen.

Einschlägige Erhebungen erfolgten in den Gräsergärten der Landwirtschaftsschulen Lage/Lippe und Lemgo/Lippe im Herbst 1950. Bei Durchsicht von je 200 Halmen einer Aussaatreihe der damals nach der Mahd frisch ausgetriebenen und im 4.–5. Blatt stehenden Pflanzen zählte ich als befallen bei:

| | | | |
|---|---|---|---|
| *Festuca pratensis* | 19 | Halme | = 9,5 % |
| *Lolium italicum* | 19 | Halme | = 9,5 % |
| *Lolium perenne* | 17 | Halme | = 8,5 % |
| *Avena elatior* | 13 | Halme | = 6,5 % |
| *Festuca elatior* | 10 | Halme | = 5,0 % |
| *Avena flavescens* | 9 | Halme | = 4,5 % |
| *Poa annua* | 8 | Halme | = 4,0 % |
| *Phyleum pratense* | 7 | Halme | = 3,5 % |
| *Poa pratensis* | 6 | Halme | = 3,0 % |
| *Cynosurus cristatus* | 6 | Halme | = 3,0 % |
| *Alopecurus pratensis* | 6 | Halme | = 3,0 % |
| *Festuca rubra* | 4 | Halme | = 2,0 % |
| *Dactylis glomerata* | 0 | Halme | = 0 % |
| *Poa trivialis* | 0 | Halme | = 0 % |

Es waren also die beiden *Lolium*-Arten und *Festuca pratensis* am stärksten heimgesucht. *Avena elatior* stand schon fühlbar zurück, und bei den weiteren Arten fiel der Befall nach und nach bis zur Bedeutungslosigkeit ab. Ob sich der Befund bei *Dactylis glomerata* und *Poa trivialis*, die völlig verschont blieben, verallgemeinern läßt, steht dahin. Allerdings führt auch Roos (1937, S. 72), der die einschlägigen Verhältnisse in der Schweiz eingehend untersucht hat, auf Grund der aus den von ihm aus Proben der Pflanzen aufgezogenen Fliegen beide Gräser nicht mit als befallen auf. Auch im übrigen ergeben sich aus der von ihm mitgeteilten Folge der Befallsstärken der Gräser Parallelen

zu meinen Befunden. Seine Liste der Wirtspflanzen lautet: *Lolium italicum, Anthoxanthum odoratum, Arrhenatherum elatior, Lolium perenne, Festuca rubra, Trisetum flavescens, Alopecurus pratensis, Poa pratensis, Cynosurus cristatus, Festuca pratensis, Poa annua* und *Phleum alpinum.* Übrigens unterstreicht auch RIGGERT in seiner Dissertation über die Biologie der Fritfliege, daß die *Lolium*-Arten in der Nähe seiner Arbeitsstätte Kiel-Kitzeberg offensichtlich mehr als andere Arten befallen wurden.

Wichtig ist, daß die gemeine Ackerquecke *(Agropyrum repens)* gern belegt wird. Einschlägige Angaben finden sich schon bei SCHANDER und MEYER (1924, S. 35). Auch ich fand dieses leider immer noch allzu häufige Unkraut stark besiedelt. So zählte ich auf einem schwer verunkrauteten Ackerstück in Herford-Schwarzenmoor auf 210 untersuchten Halmen 61 mit Befall. Einzelne Halme waren mit mehreren, nämlich mit 2 oder gar 3 Eiern bzw. Larven besetzt.

Vorstehend ist nicht berücksichtigt, ob die Pflanzen nur im Keimlingsstadium oder auch oder gar bevorzugt in der Blüte oder zur Zeit der Milchreife des Kornes besiedelt werden. Beim Hafer macht die Fliege in dieser Beziehung wenig Unterschiede. Anders liegen die Dinge bei der Gerste. Während sich bei ihr der Befall in der Jugend in bescheidenen Grenzen hält – die so oft von Gerstenkeimlingen gemeldeten „Fritfliegeneier" sind wohl meistens auf die Gerstenblattminierfliege *(Hydrellia griseola)* zu beziehen – leidet sie in der Ähre oft schwer, ein Umstand, der zum Anlaß der hier vorgelegten Untersuchung wurde. An einschlägigen Beispielen bei Wiesen- und Weidegräsern fehlt es noch. Das ist bedauerlich, weil von der Kenntnis der Verhältnisse u. a. die Stellungnahme zu dem Für und Wider der Grasraine mit abhängt.

### *b. Nährpflanzen*

Bei Bewertung der Vegetation in der Nachbarschaft der Getreideschläge für die Befallsstärke spielen nicht nur die Brutpflanzen eine Rolle, sondern auch jene Gewächse, auf denen die Fliege sich zwar nicht fortpflanzt aber als Vollkerf Nahrung sucht. Diese besteht zur Hauptsache in Nektar. Ob auch die Aufnahme von tropfbar flüssigem Wasser, also zum Beispiel von Tau, mit zur Ernährung zu rechnen ist, bleibe dahingestellt. Es lohnt sich also auch, die Nektar liefernden Blütenpflanzen mit zu betrachten. Entsprechende Arbeiten sind im Schrifttum zahlreich. Ich verweise z. B. auf die Arbeiten von CUNLIFFE (1921, S. 121), KREUTER (1930, S. 462) und RIGGERT (1935, S. 124). Sie besagen zusammengefaßt, daß die Fliege zur Honigsuche *Umbelliferen, Cruciferen* und *Papilionaceaen* befliegt. Auch Buchweizen, Wicken und Kleearten sowie Apfelbestände werden zur Zeit der Blüte gern aufgesucht. Nach BLUNCK und LUDEWIG (1937, S. 2) gilt das gleiche vorzüglich für blühende Hederich, ein Umstand, der angesichts der Vorliebe dieses Unkrautes für die sowieso durch Befall bedrohte Hafersaat hier besonders ins Gewicht fällt. Nach denselben Verfassern gilt das gleiche für verunkrautete Wegraine, wobei wohl wieder an solche gedacht ist, bei denen honigende Pflanzen stark vertreten sind.

Meine eigenen Beobachtungen bestätigen in bezug auf *Cruciferen* und *Umbelliferen* das schon Gesagte. Im einzelnen und im übrigen fand ich stärkstens beflogen:

von den Frühlingsfliegen

*Taraxacum officinale, Bellis perennis, Brassica napus* (Winterraps), *Brassica rapa* (Rübsen),

von den Sommerfliegen

*Raphanus raphanistrum, Sinapis arvensis, Achillea millefolium,*

von den Herbstfliegen

*Daucus carota, Anthriscus silvestris, Heracleum sphondylium, Sinapis alba.*

Ich füge noch bei, daß ich die Vollkerfe in den Abendstunden auffällig oft an guttierenden jungen Getreidepflanzen sah. Trinken sah ich sie dort zwar nicht, aber es ist sehr wohl möglich, daß die Tiere dort ihren Durst löschten. Nach FROHBERGER (1948, S. 23) sind die Guttationstropfen salzärmer als die Pflanzensäfte.

FINSLER (1924, S. 26), RIGGERT (1935, S. 124) u. a. registrierten ein starkes Auftreten der Fliegen auf solchen Pflanzen, die auffällig stark mit Blattlauskolonien besetzt waren und bringen auch diesen Befund mit der Nahrungssuche der Fliegen in Beziehung. Zusammenhänge solcher Art sind mir aber nicht aufgefallen. Ich sah die Fritfliege weder Honigtau schlecken noch überhaupt eine Vorliebe für das Befliegen von Blattlauskolonien entwickeln.

Es bedarf nach dem Vorstehenden wohl keiner besonderen Begründung der Auffassung, daß Zusammensetzung und Entwicklungsstadien der Pflanzenbestände, auch abgesehen von dem Anteil der Brutpflanzen an diesen, von wesentlicher Bedeutung für den Befall sind. Es schien aber wünschenswert, dafür auch noch einen experimentellen Beleg zu liefern.

Zu diesem Zwecke wählte ich einen 4,25 ha großen Schlag in ebenem Gelände mit gutem Boden in Blomberg/Lippe. Der Lageplan ergibt sich aus der beigefügten Skizze (Abb. 21). Der Schlag hatte als Vorfrucht Winterweizen getragen, war normal mit Kali, Phosphorsäure, Stickstoff und Kalk gedüngt, am 20. August geschält und nach der Saatfurche am 19. September mit Wintergerste (Strengs Domina) zu 144 kg/ha bestellt. Am 24. September war die Saat aufgelaufen. Die erste Bonitur erfolgte zwischen dem 20. und 24. Oktober, traf also den Bestand kurz vor der Bestockung. Die zweite Wertung (Ährenauswertung) wurde zwischen dem 2. und 6. Juli durchgeführt. Zur Zeit der ersten Bonitierung war der Flug der Herbstfliegen bereits beendet. Zur Zeit der zweiten Wertung war der Flug der Sommerfliegen auf dem nordwestlich angrenzenden Dauergrünland in vollem Gange.

Entnommen wurden an den in der Skizze (Abb. 21) mit A bis H ausgezeichneten Reihen an je fünf Stellen (1) bis (5) je 100 Pflanzen bzw. 50 Ähren. Die ersteren wurden vollständig, von den letzteren je 20 Stück unter-

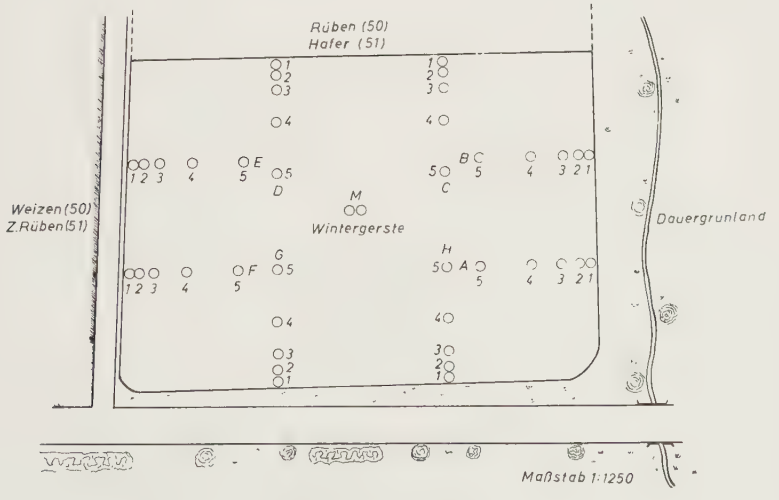



*Abb. 21.* Lageplan der Untersuchungsstellen

sucht. Die erste Untersuchung betraf den Befall der Halme, die letzte die Beschädigung der Ähre, erstere in bezug auf Larven und Eier, letztere in bezug auf Fraß in den mit Puparien besetzten Ähren.

*Halmbefall*

Das Ergebnis der Halmuntersuchungen ist in Abb. 22 veranschaulicht.

*Halmbefall*
Bonitur 20.–24. 10. 50

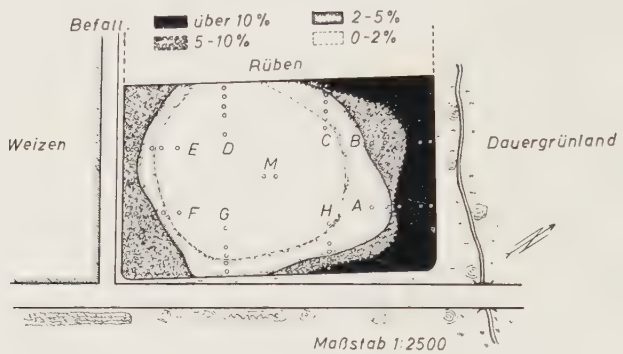



*Abb. 22.* Halmbefall an Wintergerste

Der Befund besagt, daß bei der Untersuchung des *Halmbefalls* die dem Grünland gegenüberliegenden Untersuchungsstellen A (1) und B (1) mit maximal 11–12 % den relativ stärksten Besatz zeigten. Schon innerhalb dieser Untersuchungsreihen fiel der Befall nach der Feldmitte zu scharf ab. In den Reihen C und D blieben mehrere Entnahmestellen ebenso wie die Feldmitte unbelegt. Die geringe Besiedlung dieser Entnahmestellen ist verständlich, weil der an sie angrenzende Schlag noch bis zum 24. 11. Rüben trug, von ihm also kaum Zuflug zu erwarten war.

Anders lagen die Verhältnisse bei den Untersuchungsreihen E und F. Diese grenzten an einen Weizenschlag, an den sich Hafer anschloß. Besonders in der Reihe F war der Befall recht fühlbar. In der Untersuchungsreihe G ergab sich nur eine schwache Besiedlung. Das erklärt sich wohl ohne weiteres damit, daß sie gegenüber einer Hauptverkehrsstraße lag. Wieder stärker war der Befall in der Untersuchungsreihe H, wenigstens an den dem Feldrande zugekehrten Stellen. Offenbar waren hier vom Dauergrünland her auf dem verbreiterten Vorgewende Fliegen in größerer Zahl vom Nordosten her eingesickert.

Überraschend war das Ausbleiben starken Zuflugs von einem in 50 bis 80 Meter südlich vom Gerstenschlag gelegenen Haferfeld. Dieses war an sich stark besiedelt. Trotzdem hielt sich der Befall auf der Südecke des Gerstenschlages in verhältnismäßig bescheidenen Grenzen. In der Reihe F beruhte er wohl zum guten Teil auf Zuflug vom angrenzenden Weizen her.

Nun ist bekannt (vgl. Körting [1931, S. 156] und Riggert [1935, S. 222]), daß die Fritfliege ein schlechter Flieger ist. Unter günstigen Windverhältnissen wird sie immerhin 100 Meter wohl überwinden können. Wenn der Zuflug hier trotzdem ausblieb, so dürften die Tiere in einer zwischen dem

Hafer- und Gerstenschlag gelegenen Weißdornhecke von etwa 2 Meter Höhe ein zu starkes Hindernis gefunden haben.

*Ährenbefall*

Die Ergebnisse der Ährenuntersuchung, die in üblicher Weise unter dem Binokular erfolgte, wurden in Abb. 23 dargestellt.

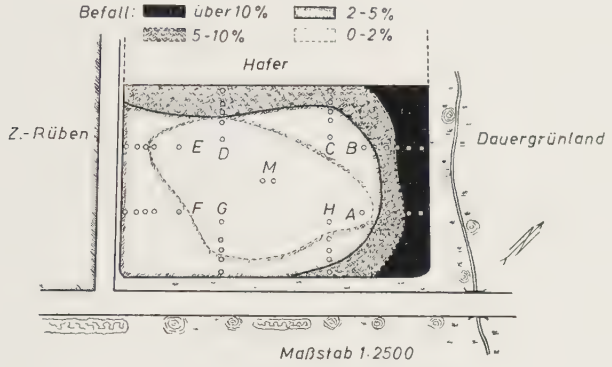



*Abb. 23.* Ährenbefall an Wintergerste

Da auf dem angrenzenden Grünland die Frühlingsfliegen in großer Zahl schlüpften, als die Ähren des Gerstenschlages gerade belegungsfähig waren, wurden diese bei A und B ebenso wie vorher stark besiedelt. Deutlich schwächer war der Befall in den Untersuchungsreihen C und D, aber immerhin wesentlich stärker als der Halmbefall im Herbst. Letzteres erklärt sich zwanglos damit, daß das im Nordwesten des Gerstenschlages gelegene Feld inzwischen mit Hafer bestellt war. Dieser war im Frühjahr schwach bis mittel befallen worden. Als Ende Juni die Frühlingsfliegen schlüpften, siedelten sie zum Teil auf die Gerste über. Die Untersuchungsreihen E und F lagen auf der dem inzwischen mit Zuckerrüben bestellten Nachbarschlag zugekehrten Seite des Gerstenfeldes. Sie waren dementsprechend außerordentlich schwach besiedelt. Das gleiche galt wieder und aus den gleichen Gründen als im Herbst für die Untersuchungsreihe G. Ebenso und wiederum wohl aus den gleichen Gründen als im Herbst waren die Stellen der Untersuchungsreihe H mäßig bis mittelstark befallen. Die Feldmitte war zwar im Unterschied zum Frühjahr nicht völlig befallsfrei. Der Besatz hielt sich aber mit etwa 1 % in sehr bescheidenen Grenzen. Wenn der Besatz in der Feldmitte nicht ganz ausblieb, so beruht das sicher darauf, daß in den Gerstenähren *selbst* auch ein gut Teil der auf dem Schlage selbst zum Schlüpfen gekommenen Frühjahrsfliegen gebrütet hat.

Die Betrachtungen über diesen Versuch abschließend, möchte ich einen Befund nochmals besonders herausstellen. Es handelt sich um die aus der Verteilung des Befalls sich ergebenden Folgerungen über das Lokomotionsvermögen und die Flugfreudigkeit der Imago.

Daß der Befall sich auf Gerste im Herbst von dem im Nordwesten anschließenden Dauergrünland aus entwickelt hat und an dieses angrenzende Streifen am stärksten heimsuchen würde, war schon deshalb zu erwarten, weil auf zwei der drei restlichen Seiten keine Flächen grenzten, die Fritfliegen

liefern konnten. Auch der abgeerntete Weizen auf der vierten Feldseite war dazu kaum in der Lage.

Weit auffälliger, ja frappierend ist, daß der im Sommer also durch die nächste Generation bewirkte Befall der Ähren in seiner Verteilung noch genähert das gleiche Bild gab wie im voraufgegangenen Herbst. Man hätte erwarten sollen, daß die auf der Gerste aus den Herbstgelegen herangewachsenen Fliegen sich inzwischen einigermaßen gleichmäßig über den ganzen Schlag verteilt hätten und daß dementsprechend sich auch die Unterschiede im Befall bei den einzelnen Entnahmestellen verwischt hätten. Das war aber durchaus nicht der Fall. Die Befallsverteilung ist im großen und ganzen vielleicht die gleiche geblieben, vor allem auf der nordwestlichen Feldhälfte. Dieser Umstand wirft ein bezeichnendes Licht auf die Flugfähigkeit und -freudigkeit der Fliege. Es mag sein, daß sie, wenn die Suche nach Brutgelegenheiten sie dazu zwingt, auch größere Strecken und vielleicht bei günstigem Wind einige hundert Meter fliegend zurücklegen kann. Gleichmäßiger Befall der Keimlinge auf größeren mit Hafer bestellten Schlägen spricht dafür.

Der hier auf einem Gerstenschlag registrierte Befund besagt aber, daß das Tier bei günstiger Brutgelegenheit sich als ausgesprochen ortstreu erweist. Selbst von dem stark besetzten Dauergrünland ist sie im Herbst in großen Scharen nur 20–40 Meter, und nur mit einigen wenigen weiter vorprellenden Individuen bis maximal 80 oder 100 Meter weit in den Schlag vorgedrungen. Die aus der Herbstbrut stammenden Frühlingsfliegen müssen dann aber noch weit fester an den Ort ihrer Geburt gebunden geblieben sein. Sie scheinen sich, von Ausnahmen abgesehen, nur wenige Meter weit von diesem entfernt zu haben. Für dieses Verhalten wird bestimmend gewesen sein, daß das Tier in unmittelbarer Nähe des Schlüpfortes nicht nur wieder Brutgelegenheit, sondern – die Gerste stand ja jetzt in Ähren – gleichzeitig auch besten Windschutz fand.

Mit Wahrscheinlichkeit ist also zu folgern: *Die Fritfliege ist zwar flugfähig und unter Umständen auch zu weiteren mindestens ein paar hundert Meter überbrückenden Flügen imstande, verhält sich aber, wenn sie günstige Brutgelegenheit mit Windschutz findet, außerordentlich ortstreu. Sie legt dann im Laufe ihres Lebens vielleicht nur wenige Meter zurück.*

### *c. Bedeutung benachbarter Wiesen und Weiden*

Auf Grund der vorhergehenden Versuche darf wohl angenommen werden, daß geschlossene Wiesen und Weiden einen nicht zu unterschätzenden befallsfördernden Faktor darstellen können. Es wurden daher einige Wiesen mit stark floristischen Unterschieden näher auf Besiedlung durch Fritfliegen untersucht. Es handelte sich um 12 Wiesentypen mit den entsprechenden Assoziationskennarten, die zuvor von der Grünlandkartierungsstelle in Stolzenau/Weser aufgenommen waren und sich in das pflanzensoziologische System einordnen ließen, wie es von Braun-Blanquet erarbeitet und von Tüxen für Nordwestdeutschland ergänzt und ausgebaut wurde. In der folgenden Zusammenstellung sind nur die vorherrschenden Gräser und Kräuter aufgeführt[2].

Die Intensität des Fritflugs wurde durch Abketschern nach der üblichen Methode ermittelt und in Abb. 24 graphisch dargestellt[3]. Wenn auch die Ketscherschläge oft zeitlich weit auseinander lagen, so wiesen die klimatischen Daten zwischen den einzelnen Untersuchungs-

[2] Der Mengenanteil der einzelnen Pflanzen und ihre Geselligkeit (Soziabilität), wie sie durch Braun-Blanquet in einer Zahlenskala ausgedrückt werden konnten, konnten aus Platzmangel nicht berücksichtigt werden. Sie stehen aber im Protokoll zur Verfügung.

[3] Herrn Diplomlandwirt Marchand sei an dieser Stelle für seine Unterstützung und die zur Verfügungstellung von Fangergebnissen besonders gedankt.

orten nur sehr geringfügige Schwankungen auf. Es dürfte daher erlaubt sein, die Ergebnisse der einzelnen Wiesentypen zueinander in Beziehung zu setzen.

*Wiesentypen*

| Assoziationskennarten | Vorherrschende Gräser | Vorherrschende Kräuter |
|---|---|---|
| I. Trockenes *Arrhenatheretum* (*Arrhen. elatioris* Typic)<br>Untersuchungsort Großer Weserbogen vor Schlüsselburg | *Arrhenatheretum elat.*<br>*Dactylis glomerata*<br>*Trisetum flavescens*<br>*Poa pratensis*<br>*Festuca rubra*<br>*Avena pubescens* | *Trifolium dubium*<br>*Daucus carota*<br>*Bellis perennis*<br>*Taraxacum officinalis* |
| II. Trockenes *Arrhenatheretum* (*Arrhen. elatioris* Subass. *v. Briza media*)<br>Untersuchungsort Stolzenau/Weser | *Arrhenatheretum elat.*<br>*Briza media*<br>*Trisetum flavescens*<br>*Poa pratensis*<br>*Festuca rubra* | *Daucus carota*<br>*Trifolium dubium*<br>*Bellis perennis* |
| III. Feuchtes *Arrhenatheretum* (Subass. *v. Alopecurus pratensis* Var. m. *Rumes crispus*)<br>Untersuchungsort Weserufer vor Liebenau | *Arrhenatheretum elat.*<br>*Alopecurus pratensis*<br>*Poa trivialis*<br>*Lolium perenne* | *Anthriscus silvestris*<br>*Daucus carota* |
| IV. Feuchtes *Arrhenatheretum* (*Arrhen. elatioris* Subass. v. *Alopecurus Var. m. Sanguisorba officinalis*<br>Untersuchungsort Nähe Bhf. Leese bei Stolzenau | *Arrhenatheretum elat.*<br>*Alopecurus pratensis*<br>*Festuca rubra*<br>*Avena pubescens*<br>*Poa trivialis*<br>*Anthoxanthum odoratum* | *Bellis perennis*<br>*Daucus varota*<br>*Ranunculus acer* |
| V. Nasse Caltha-Wiese (*Bromus racemosus*, Ass. Subass. v. *Carex Fusca*<br>Untersuchungsort Bollsee-Ablaufgraben, Nähe Bahnhof Leese | *Bromus racemosus*<br>*Briza media*<br>*Poa pratensis*<br>*Anthoxanthum odoratum* | *Trifolium pratense*<br>*Bellis perennis*<br>*Veronica chamaedrys* |
| VI. Nasse *Caltha*-Wiese (*Senecio aquaticus-Bromus racemosus Ass.*)<br>Untersuchungsort Wiese am Erlenbruch in Leese | *Bromus racemosus*<br>*Alopecurus pratensis*<br>*Poa trivialis* | *Trifolium pratense*<br>*Ranunculus acer* |
| VII. *Molinetum*-Wiese (*Molinetum coeruleae*)<br>Untersuchungsort Meerbachtal bei Landesbergen | *Alopecurus pratensis*<br>*Festuca capillata*<br>*Festuca rubra*<br>*Anthoxanthum odoratum* | *Cirsium palustre*<br>*Trifolium pratense*<br>*Chrys. leucanthemum*<br>*Bellis perennis* |

| Assoziationskennarten | Vorherrschende Gräser | Vorherrschende Kräuter |
|---|---|---|
| VIII. *Molinetum*-Wiese *(Molinetum coeruleae typ. Caltha*-Wiese) Untersuchungsort Feldufer am Wege nach Landesbergen | *Festuca capillata* *Poa augustifolia* *Anthoxanthum odoratum* | *Trifolium pratense* |
| IX. *Festuca Thymus*-Rasen *(Corynephorus-Jasione)* | *Agrostis canina arida* *Festuca ovina vulg.* *Corynephorus* | bedeutungslos |
| X. Silbergras-Wiese *(typ. Corynephorus)* Untersuchungsort Flugsandfeld bei Landesbergen | *Corynephorus* *Agrostis tenuis* | bedeutungslos |
| XI. Kleinseggen-Wiese Untersuchungsort Bollsee bei Leese | *Anthoxanthum odoratum* *Festuca rubra* | *Viola palustris* *Cirsium palustre* |
| XII. *Agrostis canina*-Wiese Untersuchungsort Meerbachtal Nähe Estorf | *Agrostis canina* *Alopecurus pratensis* *Poa trivialis* *Poa pratensis* | *Ranunculus flamula* *Trifolium repens* |

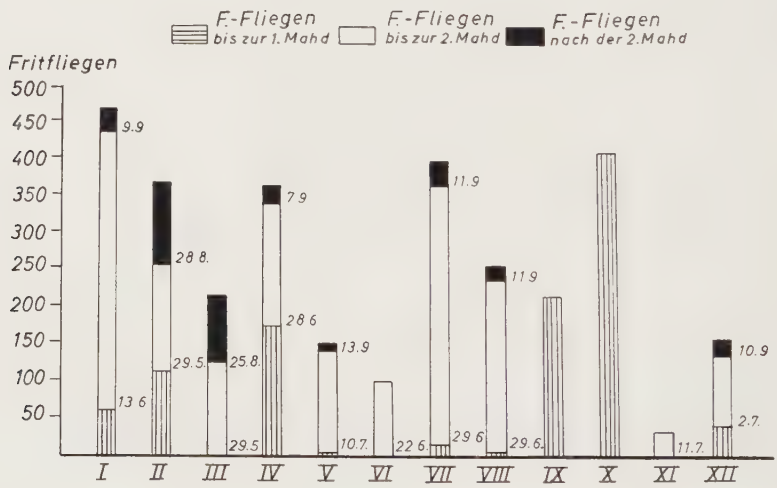



*Abb. 24.* Auftreten der Fritfliegen auf verschiedenen Wiesentypen (Assoziations-Kennarten, Untersuchungssorte I—XII, IX und X wurden nicht gemäht)

### I. Trockenes Arrhenatheretum *(Arrh. elatioris Typic)*

Laut Kartierung handelt es sich um eine von guten Futtergräsern bestandene Wiese, wobei der hohe Anteil an *Arrhenatheretum elatior, Poa pratensis, Festuca rubra* u. a. besonders ins Auge fällt. Der Kräuterbestand dürfte den Vollkerfen während der Vegetationszeit laufend Nahrung geliefert haben.

Infolgedessen war der Besatz außerordentlich hoch. Von allen Wiesentypen wurde hier mit insgesamt 459 Vollkerfen das höchste Fangergebnis erzielt.

II. Trockenes Arrhenatheretum *(Arrh. elatioris* Subass. v. *Briza media)*

Im Charakter war die Wiese der vorhergehenden ähnlich. Neben *Arrhenatheretum elatior* traten *Briza media, Trisetum flavescens* und *Poa pratensis* stärker in den Vordergrund. Der Ertrag an Grünmasse war geringer als beim Wiesentyp I. Das schwache Vorkommen der von der Fritfliege bevorzugten Gräser und der relativ geringere Bestand an blühenden Kräutern waren wohl die Ursache des schwächeren Besatzes. Er blieb mit etwa 364 Vollkerfen hinter dem des ersten Wiesentypes merklich zurück.

III. Feuchtes Arrhenatheretum
(Subass. v. *Alopecurus pratensis* Var. m. *Rumes crispus*)

Auf Grund der Bestandsaufnahme kann diese Parzelle als Fettwiese bezeichnet werden. Sie bringt im Laufe des Jahres sehr gute Erträge. Trotz des günstigen Grasbestandes blieb aber das Fangergebnis mit 214 Fliegen sehr gering. Die ersten Vollkerfe traten erst nach dem 5. 7. auf. Der Grund hierfür ist wohl in der winterlichen Überflutung zu suchen, bei der die Larven der Frühlingsfliegen durch Frost vernichtet wurden. Es mag auch sein, daß eine Belegung durch die Herbstfliegen wegen des feuchten Untergrundes überhaupt nicht erfolgte. Selbst die Sommerfliegen beflogen die durch den hohen Grundwasserstand ganzjährig feuchte Wiese ziemlich schwach.

IV. Feuchtes Arrhenatheretum
*(Arrh. elatioris* Subass. v. *Alo pecurus* Var. m. *Sanguisorba off.)*

Diese Parzelle stand in wirtschaftlicher Hinsicht zwischen den Wiesentypen II und III. Im Gräserbestand besteht gegenüber III kein wesentlicher Unterschied. Lediglich *Trisetum flavescens, Poa pratensis, Festuca rubra* heben sich hervor. Die Zahl der abgeketscherten Fliegen war dagegen bedeutend höher als bei III. Der relativ niedrige Grundwasserstand scheint hier eine Rolle gespielt zu haben. Einzelne trockene Stellen innerhalb der Wiese wurden im Sommer stark beflogen. Infolgedessen steht das Fangergebnis mit 359 Stück dem des Wiesentyps II nicht viel nach.

V. Nasse Caltha-Wiese
*(Bromus racemosus – Senecio aquaticus*-Ass. Subass v. *Carex fasca)*

Die Wiese hat sehr geringen Futterwert. Von den bevorzugten Brutpflanzen sind nur *Poa pratensis* und *Anthoxanthum odoratum* vorhanden. Das Fangergebnis mit 151 Fliegen entspricht dem geringen Gräser- und Kräuterbestand sowie der feuchten Lage der Wiese.

VI. Nasse Caltha-Wiese (*Senecio aquaticus – Bromus racemosus*-Ass.)

Nach Lage und Vegetation ist diese Wiese für ein stärkeres Auftreten der Fritfliegen sehr ungünstig, weil Brut- und Nährpflanzen nur in geringer Anzahl vorhanden sind. Das Fangergebnis blieb mit 106 Fliegen dementsprechend. Die ersten Vollkerfe wurden am 27. 6. gefangen. Die überwinternde Generation scheint auch hier, wie bei III und V durch Überschwemmung und Frost vernichtet worden zu sein.

VII. Molinetum-Wiese *(Molinetum coeruleae)*

Bei dieser Parzelle handelt es sich um eine nicht besonders ertragreiche Bentgraswiese. Der hohe Anteil an *Festuca capillata, Anthoxanthum odoratum* und *Alopecurus pratensis* findet in einem höheren Fangergebnis seinen Niederschlag. Die Zahl der abgeketscherten Fliegen stieg kurz nach der ersten Mahd schlagartig an. Mit 193 Stück wurde am 10. 7. das Maximum aller Fänge erreicht. Die Frühlingsfliegen fehlen. Dabei dürften die gleichen Faktoren wie bei III, V und VI mitgesprochen haben. Insgesamt wurden 393 Vollkerfe geketschert.

VIII. Molinetum-Wiese (*Molinetum coeruleae* typ. *Caltha*-Wiese)

Hier handelt es sich um eine Bentgraswiese mit einer stark feuchtigkeitsliebenden Flora (saure Wiese). Die wertvollen Gräser sind bis auf *Anthoxanthum odoratum* verschwunden. Die Ausbeute der Fänge war dementsprechend gering. Das Fehlen der Frühlingsfliegen fiel wie bei allen nassen Wiesen auch hier wieder auf. Das Fangergebnis war mit 254 Fliegen verhältnismäßig hoch. Ein in unmittelbarer Nähe gelegener Haferschlag mag wohl zur Erhöhung der Ausbeute beigetragen haben.

IX. Festuca Thymus-Rasen *(Corynephorus-Jasione)*

Diese wertlose Wiese wird nur als Schafweide benutzt. Der schwache Besatz an Brut- und Nährpflanzen wurde durch eine ausgesprochene Trockenheit der Fläche, die, wie aus den Massenfängen hervorging, auch von anderen Insekten bevorzugt wurde, weitgehend ausgeglichen. Mit 216 Vollkerfen war das Ergebnis immerhin relativ hoch.

X. Silbergras-Wiese (typ. *Corynephoretum*)

Die Wiese war im Verlauf der Vegetation sehr trocken. Sie wird ebenfalls als Schafweide genutzt. Der Grasbestand besteht überwiegend aus *Corynephorus* mit kleinen Einsprenkelungen von *Agrostis tenuis* und *Festuca ovina.* Wie bereits beim Wiesentyp IX wurde auch hier das schwache Auftreten der Brut- und Nährpflanzen durch eine anhaltende Trockenheit ausgeglichen. Der Höhepunkt der Ausbeute wurde am 19. 7. mit 203 Vollkerfen erreicht. Insgesamt wurden 411 Fliegen abgeketschert.

XI. Kleinseggen-Wiese (nasser Torfboden)

Trotz mittelstarken Vorkommens von *Anthoxanthum odoratum* und *Festuca rubra* muß die Wiese als sauer und daher als wirtschaftlich bedeutungslos bezeichnet werden. Wie auf allen nassen Wiesen konnte auch hier nur ganz selten Eiablage beobachtet werden. Die ersten Fliegen gingen am 18. 7. ins Netz, die letzten am 14. 9. Bei der geringen Anzahl (36) und der kurzen Zeitspanne ihres Vorhandenseins kann angenommen werden, daß es sich bei den abgeketscherten Vollkerfen nur um vorübergehend anwesende Individuen gehandelt hat.

XII. Agrostis canina-Wiese

Der Grasbestand wird fast ausschließlich durch *Agrostis canina* gestellt. Nur vereinzelt erscheinen die bevorzugten Brutpflanzen *Poa pratensis, Festuca*

*rubra, Poa trivialis* und *Alopecurus pratensis*. Das schwache Auftreten der Fritfliegen (153) dürfte damit hinreichend geklärt sein.

*d. Folgerungen*

1. Normale, gut gepflegte und gedüngte Wiesen mit ausreichendem Bestand an Süßgräsern und blühenden Kräutern werden relativ am stärksten heimgesucht. Sie bilden einen Begünstigungsfaktor für den Fritbefall auf angrenzenden Getreideschlägen.
2. Die Zusammensetzung des Gras- und Kräuterbestandes wirkt sich, wie zu erwarten, stark auf die Intensität des Auftretens der Fritfliege aus.
3. Feuchte Wiesen werden gemieden, trockene bevorzugt. Massenfänge auf minderwertigen Wiesen zeigten, daß für die Beurteilung des Begünstigungsfaktors die Grundwasserverhältnisse ebenso wichtig sind wie der Bestand an Brut- und Nährpflanzen.
4. Eine mehrmalige, im Hinblick auf die Nutzung zeitgerechte Mahd fördert das Auftreten der belegungswürdigen Stadien der Pflanzen und begünstigt damit das Auftreten der Fliegen.
5. Trockene Wiesen mit einem reichlichen Bestand an Brut- und Nährpflanzen bieten den Fritlarven vorzügliche Überwinterungsmöglichkeiten und fördern die Sommerbrut.

## E. Räuber und Parasiten als schadmindernde Einflüsse

Bei den in den Jahren 1949 bis 1951 durchgeführten Ketscherfängen fielen durch Milben parasitierte Vollkerfe auf. Des weiteren fand ich bei der Auswertung der Aussaatzeiten- und Sortenversuche in den Körnern von Winter- und Sommergerste häufig mit parasitären Hymenopteren besetzte Fritpuppen vor. Im einzelnen gilt folgendes:

### I. Milben *(Mikrotrombidium demeijerei Oudemans)*

Ende Juli 1951 bemerkte ich bei langsamem Zurückgehen der Fangausbeuten infolge Abnahme des Frühlingsfliegenfluges eine ständig zunehmende Anzahl von Vollkerfen, die durch Milben parasitiert waren. Sie wurden in allen Größen auf dem Abdomen der Fliegen gefunden, wobei die auffallend leuchtend purpurrote Farbe sie schon dem unbewaffneten Auge sichtbar machte. Die Milben konnten dank freundlicher Unterstützung von Herrn Dr. H. Heddergott als *Microtrombidium demeijerei Oudemans* bestimmt werden.

Ihr Einfluß auf den Organismus des Wirtes ist von Riggert (1935, S. 7) hinreichend beschrieben. Danach sollen besiedelte Fliegen nicht zur Eiablage kommen. Ich beschränkte mich auf Registrierung der Befallsdaten (s. Tab. 24).

Die Tabelle besagt, daß Milbenbefall nur bei der I. Generation (Sommerfliegen) in Erscheinung trat. Der Höhepunkt wurde am 22. 8. 51 mit 10,52 % erreicht. Der Sommerfliegenflug stand damals kurz vor seinem Abschluß. Durchschnittlich lag die Höhe des Besatzes bei 4,81 %. Damit dürfte die Parasitierung durch Milben nur einen geringen Einfluß auf den Massenwechsel der Fliegen gehabt haben.

*Tabelle 24*

| Datum der Fänge | Generation | Anzahl der abgeketscherten Fliegen | davon durch Milben parasitiert Anzahl | % |
|---|---|---|---|---|
| 30. 6. 51 | III | 83 | 0 | 0 |
| 5. 7. 51 | III u. I | 51 | 0 | 0 |
| 9. 7. 51 | I | 146 | 0 | 0 |
| 19. 7. 51 | I | 220 | 3 | 1,36 |
| 23. 7. 51 | I | 198 | 0 | 0 |
| 25. 7. 51 | I | 253 | 11 | 5,55 |
| 2. 8. 51 | I | 325 | 14 | 4,30 |
| 8. 8. 51 | I | 275 | 11 | 4,00 |
| 15. 8. 51 | I | 149 | 14 | 9,39 |
| 22. 8. 51 | I | 152 | 16 | 10,52 |
| 29. 8. 51 | I | 60 | 3 | 5,00 |
| 2. 9. 51 | I | 50 | 4 | 8,00 |
| 6. 9. 51 | II | 48 | 0 | 0 |
| 13. 9. 51 | II | 171 | 0 | 0 |

## II. Hymenopteren

### *a. Material und Methodik*

Bei den Untersuchungen betr. parasitierender Hymenopteren beschränkte ich mich auf das aus Gerstenähren erhaltene Material. Von zwei Aussaatzeitenversuchen im Jahre 1951 wurden etwa acht Tage vor der Ernte je Aussaat und Parzelle 50 Ähren kurz unterhalb der Ährenbasis geschnitten und in engmaschige Gazebeutel eingeschlossen, in denen dann später Fritfliegen und Parasiten zum Schlüpfen kamen. Um artfremde Hymenopteren möglichst auszuschalten, wurden die Ähren einzeln unter dem Binokular auf Fremdbesatz durchgesehen. Zur Erleichterung der laufend durchzuführenden Bonitur wurden die Beutel an ihrem unteren Ende mit einem kurzen Reagenzglas versehen und so vorbereitet in einen lichtundurchlässigen Kasten gepackt, wobei die dem Licht zugekehrten Reagenzgläser als Lichtfallen wirkten. Die Bestimmung der auf diese Weise erhaltenen Hymenopteren wurde freundlicherweise von Herrn Dr. Ch. Ferrière, Genf, übernommen, dem ich dafür meinen aufrichtigen Dank sage.

### *b. Beobachtete Arten*

1. *Callitula bicolor* Spin.

Syn.: *Micromelus rufomaculatus* Walk., *Pteromalus plagiatus* Nees., *Micromelus rufomaculatus* Blanchard, *Micromelus rufomaculatus* Westwood, *Micromelus rufomaculatus* Reinhard, *Mersisus (Baeotomus) plagiatus* Thoms.

*Callitula bicolor* Spin. ist in Europa und Amerika weit verbreitet. Sie ist als Schmarotzer von *Oscinis frit* L., *Chlorops taeniopus* Beck., *Lasiosina cintipes* und auch *Mayetiola destructor* bekannt. Aus Fritpuppen wurde *Callitula bicolor* Spin. erstmalig von Imms (1932, S. 443) gezogen.

In meinem Material war sie die bei weitem vorherrschende Spezies. Sie lieferte 19 Männchen und 25 Weibchen.

2. *Cyrtogaster vulgaris* Walk.

Syn.: *Cyrtogaster vulgaris* Reinhard, *Cyrtogaster vulgaris* Thoms., *Cyrtogaster vulgaris* Ashmead, *Dicormus aquisgranensis* Först., *? Chrysolampus tristis* Nees.

*Cyrtogaster vulgaris* Walk. ist seit langem als Parasit von *Oscinis frit* L. und anderen kleinen Dipteren bekannt. RIGGERT (1935, S. 19) erhielt sie vornehmlich aus Haferähren.

Ich fand 2 Weibchen in einem Zuchtbeutel mit Sommergerste.

*3. Stenomalus micans* Ol.

Der Pteromalide *Stenomalus micans* Ol. gilt allgemein als Parasit von *Chlorops taeniopus* Beck. Er wurde ferner auch aus *Meromyza saltatrix* gezüchtet.

Ich erhielt je 1 Männchen und 1 Weibchen aus der letzten Sommergerstenaussaat (5. 5. 51).

*4. ? Semiotellus nigripes* Lind.

Nach BLUNCK (1931) ist *Semiotellus nigripes* Lind. ein Synonym von *Pleurotropis* (Entedon) *metallicus* Nees. Leider fehlte der Kopf an dem einzigen von mir gefundenen Männchen, so daß die Bestimmung unsicher ist. Allerdings wurde *Sem. nigripes* Lind. von WILHELM (1891) auch schon aus Fritpuppen gezogen.

*5. Eupteromalus hemipterus* Walk.

*Eupteromalus hemipterus* Walk. ist als Parasit von *Mayetiola destructor* bekannt.

Es wurden von mir in Zuchtbeuteln von Wintergerste 1 Männchen und von Sommergerste 3 Weibchen gefunden.

*6. Necremnus leucarthos* Nees.

*Necremnus leucarthos* Nees. ist bisher nur als Schmarotzer von Coleopteren-Larven bekannt. Er wurde aus *Hypera posticus* und *Lema cyanella* gezüchtet.

In dem Zuchtbeutel der letzten Wintergerstenaussaat (24. 10. 50) fanden sich 4 Weibchen. Ob sie wirklich aus *Oscinis frit* L. stammten, ist wohl recht zweifelhaft.

Eine Zusammenfassung der Ergebnisse bringen die Tabellen 25 und 26.

Aus den Tabellen geht hervor, daß bei sehr schwacher Belegung durch die Fritfliege auch der Parasitierungsgrad mit durchschnittlich 10,29 % bei Wintergerste und 9,85 % bei Sommergerste nicht sonderlich stark war.

Es überrascht, daß ausschließlich *Chalcididen,* und zwar überwiegend *Pteromalidaen* gefunden wurden. *Eulophidaen* sind nur durch die Gattung *Necremnus leucarthos* Nees. vertreten. Vorherrschend ist bei weitem *Callitula bicolor* Spin., der etwa 80,6 % aller Parasiten stellt.

Das Fehlen der *Braconiden, Cynipiden* und *Proctotrupiden,* die neben den *Chalcididen* als Fritparasiten bei Halmbefall bekannt geworden sind, dürfte sich damit erklären lassen, daß die Belegung der Fritlarven an der Ähre durch die Deckspelzen der Ährchen erfolgen muß und die obengenannten Arten vielleicht nicht über einen derartig starken Legestachel verfügen, mit dem der Widerstand der Spelzen überwunden werden kann.

*Tabelle 25*

Wintergerste

| Aussaaten | Anzahl der geschlüpften Fliegen | Anzahl der geschlüpften Parasiten | Anteil der Parasiten in % | *Callitula bicolor* Spin. | *Cyrtogaster vulgaris* Walk. | *Stenomalus micans* Ol. | *Eupteromalus hemipterus* Walk. | *Semiotellus nigripes* Lind | *Necremmus Leucarthros* Nees. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I. 22. 9. 50 | 34 | 0 | 0 | – | – | – | – | – | – |
| II. 27. 9. 50 | 92 | 11 | 11,95 | 3 ♀♂ 8 ♀♂ | – | – | – | – | – |
| III. 10. 10. 50 | 45 | 4 | 8,88 | 2 ♀♂ 2 ♀♂ | – | – | – | – | – |
| IV. 15. 10. 50 | 65 | 8 | 12,30 | 3 ♀♂ 3 ♀♂ | – | – | 1 ♂ | 1 ♂ | – |
| V. 24. 10. 50 | 65 | 8 | 12,50 | 3 ♀♂ 1 ♂ | – | – | – | – | 4 |
| Insgesamt: | 301 | 31 | ∅ 10,29 | 25 | – | – | 1 | 1 | 4 |

*Tabelle 26*

Sommergerste

| Aussaaten | Anzahl der geschlüpften Fliegen | Anzahl der geschlüpften Parasiten | Anteil der Parasiten in % | *Callitula bicolor* Spin. | *Cyrtogaster vulgaris* Walk. | *Stenomalus micans* Ol. | *Eupteromalus hemipterus* Walk. | *Semiotellus nigripes* Lind | *Necremmus Leucarthros* Nees. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I. 3. 4. 51 | 30 | 0 | 0 | – | – | – | – | – | – |
| II. 15. 4. 51 | 81 | 1 | 1,23 | 1 ♀ | – | – | – | – | – |
| III. 20. 4. 51 | 52 | 5 | 9,61 | 1 ♀♂ 2 ♀♀ | 2 ♀♀ | – | – | – | – |
| IV. 27. 4. 51 | 29 | 2 | 6,89 | 1 ♂ | – | – | 1 ♂ | – | – |
| V. 5. 5. 51 | 72 | 18 | 25,00 | 6 ♀♂ 8 ♀♀ | – | 1 ♂ 1 ♀ | 2 ♀♀ | – | – |
| Insgesamt: | 264 | 26 | ∅ 9,85 | 19 | 2 | 2 | 3 | – | – |

### *c. Folgerungen*

Die Befunde deuten darauf hin, daß für die Parasitierung der in Getreideährchen lebenden Brut der Fritfliege nur *Chalcididen* in Frage kommen. Gemessen daran war der Befall mit durchschnittlich 10,29 bzw. 9,85 % nicht ganz unbeachtlich. Selbst bei stärkerer Parasitierung bleibt aber, wie ich Riggert (1935, S. 21) beistimme, die Auswirkung auf die folgende Generation gering und praktisch bedeutungslos.

## F. Bekämpfungsverfahren

### I. Kulturmaßnahmen

#### *a. Sortenwahl*

Bei Untersuchungen zur Klärung der unterschiedlichen Anfälligkeit der Sorten (s. S. 83) konnte bei keiner Winter- und Sommergerstensorte vollständige Resistenz festgestellt werden. Jedoch bestehen zwischen zwei- und mehrzeiligen Gersten eindeutige Befallsunterschiede. Innerhalb dieser Gruppen finden sich Sorten, die fast übereinstimmend in allen Versuchen niedrige Befallsprozente aufweisen. Die Ursachen dieser Diskrepanzen dürfte in dem Entwicklungsrhythmus der Pflanzen zu suchen sein. Von vornherein steht zu erwarten, daß solche Sorten, welche sich einerseits mit der Jugendentwicklung (Auflauf bis einschl. Bestockung) lange Zeit lassen und andererseits lange in Blüte und Milchreife stehen, stärker als solche mit schnellem Wachstumsrhythmus befallen werden. Das ist in der Tat der Fall. Zumindest für die Sorten „Peragis Stamm 12", „Friedrichswerther Berg", „Derenburger", „Breustedts Granat" und „Ackermanns Donaria" gilt das erstere; die gleichen Sorten fallen wohl auch sämtlich in die zweite Gruppe. Sie alle sind mittelspät bis spät reifend.

Für die Praxis genügt also zunächst die Feststellung, daß die frühen Gersten am wenigsten von der Fritfliege bedroht sind, und daß umgekehrt bei spätreifenden erhöhte Fritgefahr in Kauf genommen werden muß. Ob es sich lohnen würde, noch besonders Sorten zu züchten, die speziell die beiden vorgenannten Perioden schnell durchlaufen, bleibe dahingestellt.

Weitere Unterschiede in bezug auf Befall finden sich zwischen den zwei- und mehrzeiligen Gersten. Die ersteren leiden weitaus weniger als die letzteren. Leider spielen die zweizeiligen Wintergersten bekanntlich praktisch gegenüber den mehrzeiligen nur eine geringe Rolle, und die zweizeiligen Sommergersten haben nur in Braugerstengebieten eine Bedeutung. Sie bleiben im Ertrag meist hinter den mehrzeiligen zurück, so daß vermehrter Anbau nur in Rücksicht auf ihre größere Fritresistenz zumindest nicht generell empfohlen werden kann.

Anders liegen die Verhältnisse bei den mehrzeiligen Gersten. Hier sollten, wenn nicht betriebswirtschaftliche Überlegungen anderer Art vorliegen, die frühreifenden Sorten bevorzugt angebaut werden. Der Entschluß dazu dürfte um so leichter sein, wenn man berücksichtigt, daß durch die Vorverlegung der Ernte um einige Tage der häufig angebauten Nachfrucht bessere Entwicklungsmöglichkeit gegeben wird.

#### *b. Aussaatzeit*

Beim Hafer ist dem praktischen Landwirt der Einfluß der Aussaatzeit auf die Stärke des Fritbefalls durchaus bekannt. Deren Bedeutung für den Befall bei Winter- und Sommergerste konnte in Kap. D, II klargestellt werden. Allgemein finden diese Erkenntnisse ihren Niederschlag in der Saatregel, nach der bei Winterung nicht vor dem 20. September und nicht nach dem 15. Oktober gesät werden soll. Frühere Aussaaten kommen mit den empfindlichen Jugendstadien häufig noch in den Flug der Herbstfliegen hinein und werden mehr oder weniger stark belegt. Bei Spätaussaaten erzielt man im Herbst dagegen praktisch befallsfreie Bestände, weil deren Auflauf erst nach

dem Verschwinden der Vollkerfe erfolgt. Man geht aber gleichzeitig das Risiko ein, durch die späte Aussaat mangelhafte vorwinterliche Bestockung zu erhalten. Diese hat Verzögerung der Frühjahrsentwicklung zur Folge. Häufig treffen dann die später empfindlichen Stadien, also Ährenschieben, Blüte und Milchreife mit dem Hauptflug der Frühlingsfliegen zusammen. Infolgedessen werden die Ähren dann besonders stark heimgesucht. Es empfiehlt sich daher bei Wintergerste – die in ihrer Jugend allgemein nur schwach belegt wird, zugunsten der frühen Reifezeit von der Saatregel abzuweichen und eine möglichst frühe Aussaat vorzunehmen. Allerdings wird man auch diese nicht übertreiben dürfen, da die Gerste andernfalls durch den Getreidemehltau *(Erysiphe graminis)* befallen wird.

Auch die Sommergerste soll früh gesät werden. Bei Aussaaten an Mitte März bis Anfang April hat sie bis zum Erscheinen der Vollkerfe ihre Jugendentwicklung bereits so weit abgeschlossen, daß kaum noch Belegung erfolgt, und die bevorzugten Befallstadien bei der Ähre werden zu einer Zeit durchlaufen, in der der Flug der Sommerfliegen seinen Höhepunkt noch nicht erreicht hat. Dagegen werden mittelspäte Aussaaten, die Anfang bis Ende April, also zur normalen Zeit in den Boden kommen, zumindest in Westfalen – abweichend von Befunden in Schleswig-Holstein – an Halmen sowie auch an Ähren besonders stark geschädigt. In Westfalen gilt das schon für die ab Anfang April in den Boden gebrachte Saat, vielmehr aber für alle erst Mitte des Monats bestellte Gerste. Spätaussaaten, die Ende April bis Mitte Mai gemacht werden, leiden zwar stärker unter Halmbefall, die Beschädigungen der Ähre bewegen sich aber in gleich bescheidenen Grenzen wie bei Frühaussaaten. Bei später Aussaat kommen die Ähren mit ihren empfindlichen Stadien nämlich nur noch in den abnehmenden Flug der Sommerfliegen. Das bleibt aber für die Praxis bedeutungslos, da bekanntlich so späte Aussaaten wesentlich geringeren Ertrag liefern.

### *c. Düngung*

Über Fritbefall und Düngungsmaßnahmen ist das Wesentliche bereits in Kapitel S, III gesagt worden. Der Einfluß der Düngung beruht auf Förderung der Vegetationsentwicklung. So hat extrem starke Stickstoffdüngung nicht nur üppigere Entwicklung der Pflanzen, sondern auch längere und stärkere Bestockung sowie eine fühlbare Verzögerung der Reife zur Folge. Die Befallmöglichkeit steigt dadurch um ein Vielfaches. Phosphorsäure und Kali wirken sich unter bestimmten Voraussetzungen umgekehrt und somit befallmindernd aus. Vergleichsweise ist aber die Auswirkung der Düngung auf den Fritbefall, wie die Düngungsversuche bestätigen, gering. Erst im Zusammenwirken mit den vorgenannten Faktoren (Sortenwahl, Aussaatzeit und anderen Maßnahmen) kommt ihr größere Bedeutung zu. Eine harmonische, ausgeglichene, dem Nährstoffbedürfnis der Pflanze und dem vorhandenen Vorrat im Boden rechnungtragende Düngung dürfte alle Maßnahmen zur Minderung von Fritschäden unterstützen.

### *d. Pflegemaßnahmen*

Unter den Pflegemaßnahmen wirken alle Verfahren befallmindernd, die auf Kräftigung und Beschleunigung der Jugendentwicklung hinauslaufen. Das gilt insbesondere für die Bodenbearbeitung. Ein sorgfältig bereiteter Acker, der altgepflügt, abgelagert und von feinkrümeliger Struktur ist, verringert

also zumindest die Gefährdung der jungen Pflanze. Das gleiche gilt für die Verwendung von vollkörnigem, gut gereinigtem Saatgut. Nicht zuletzt ist in diesem Zusammenhang auch der Hinweis am Platze, daß Drillsaat ein schnelles und gleichmäßiges Auflaufen der Saat fördert und damit sich schadmindernd auswirkt. Auch die Feststellung, daß Dünnsaat bei drohendem Fritbefall nicht am Platze ist, sei hier wiederholt. Die Saattiefe soll keinesfalls mehr als 2–3 cm betragen. Durch Saatgutbeizung wird direkt bekanntlich nur Befall durch allerlei Pilzkrankheiten ausgeschlossen. Mittelbar wirkt sich aber auch diese Maßnahme fritschadenmindernd aus, weil sie das Auflaufen begünstigt. In trockenen Jahren fällt das besonders ins Gewicht.

Andere Maßnahmen zur Bodenpflege, nämlich Hacken, Walzen, Striegeln usw. sollten in stark fritgefährdeten Gebieten lieber unterbleiben, weil sie eine vorübergehende Wachstumsstockung zur Folge haben.

Das gleiche gilt für die chemische Unkrautbekämpfung, soweit dabei Ätzmittel wie Kalkstickstoff, Hederichkainit u. a. zur Kopfdüngung Verwendung finden. Bei ungünstiger Witterung oder nicht termingerechter Anwendung greifen sie hemmend in die Entwicklung der Pflanzen ein, leisten also einer Verstärkung der Fritschäden Vorschub. Die Auswirkung wuchsstoffhaltiger Präparate auf 2.4.D- oder 2.4.D+2.4.5.T-Basis ist noch nicht endgültig geklärt. Bei meinen Versuchen trat bei verschiedenen Handelspräparaten eine Hemmung der Jugendentwicklung ein, die sich auch auf den Befall ungünstig ausgewirkt haben dürfte.

### *e. Weitere Möglichkeiten*

Grasraine und benachbarte Grünlandflächen bieten den Fritfliegen ständige Brut- und Zufluchtstätten. Die auf S. 93–103 behandelten Versuche werfen ein Licht auf ihren Einfluß auf den Befall angrenzender Hafer- und Gerstenschläge. Benachbarte Wiesen und grasbestandene Wege bewirken mindestens in den Randpartien eine starke Belegung der Getreidehalme und der Ähren. Daraus folgernd, sollte man die Ausdehnung der Grasraine und begrasten Wege auf ein Mindestmaß beschränken.

Begreiflicherweise ist der Befall auf das Ganze gesehen um so geringer je größer die mit Getreide bestellte Fläche ist. Die in den Randzonen auftretenden Verluste sind im Vergleich zu der weniger befallenen Feldmitte quantitativ sehr hoch. Schwerstens leiden andererseits so schmale Ackerstücke, wie sie als „Handtücher" im Sauerland und in der Eifel bekannt sind. Nur gar zu oft sind diese dann ein- oder beiderseits von Wiesen oder Weiden begrenzt, was die Gefahr natürlich weiterhin steigert.

Ausfallgetreide bietet den Herbstfliegen beste Brutmöglichkeit, die sie bevorzugt sehr zu nutzen pflegen, weil es zu der Zeit weitgehend an anderer Brutmöglichkeit fehlt. Durch Unterpflügen und Abschleppen der Stoppeln kann dieser Gefahr entgegengearbeitet werden. Ein nachträgliches Unterpflügen des Auflaufs von Ausfallgetreide genügt als Abwehrmaßnahme allein nicht, die Larven bleiben nämlich, wie Blunck u. a. wiederholt und nachdrücklich hervorgehoben haben, dabei längere Zeit am Leben und wissen sehr wohl den Weg zu neuen Brutpflanzen zu finden, falls der Acker anschließend mit Getreide bestellt wird. Ich möchte sogar annehmen, daß die Mehrzahl der Meldungen stärkeren Befalls bei Gerste auf Fehlern solcher Art beruht, weil die Fliege an sich ja die junge Gerste nicht sonderlich gern besiedelt.

Auch die Ackerquecke *(Agropyrum repens)* wird von der Fritfliege meist

stark besiedelt. Die Bekämpfung dieses leider ja immer noch sehr verbreiteten Unkrautes sollte auch aus diesem Grunde weiter interessieren.

## II. Chemische Mittel

Eine chemische Bekämpfung wurde bisher allgemein bei der Frage nach Bekämpfungsmöglichkeiten der Fritfliege kaum in Erwägung gezogen, wohl gar als undurchführbar angesehen. Hohe Kosten der Mittel und deren geringe Wirksamkeit mußten früher zwangsläufig zu dieser Beurteilung führen. Man findet in der Literatur dementsprechend nur sehr spärliche Angaben.

Belyaew (1942, S. 296) befaßte sich in den Jahren 1936–1939 mit der Bekämpfung der Fliegen mittels Köderspritzmitteln aus Zuckernebenprodukten (Melasse), die mit 0,5%igem Fluornatrium vergiftet und auf das Getreide ausgebracht wurden. Das Mittel konnte selbst dann noch eine beachtliche Sterblichkeit verursachen, wenn es an den Pflanzen bereits eingetrocknet war. Verbesserungen in der Wirkung wurden später bei Ersatz des Köders durch Kristallzucker mit einem Zusatz von Anisöl (0,01 %) erzielt. Die Fliegen wurden bei diesem Verfahren bis zu 95 % abgetötet. Verfahren ähnlicher Art sind hin und wieder auch von anderen Autoren angewandt worden. Aus wirtschaftlichen Gründen erlangten sie keine Bedeutung.

Versuche mit neuzeitlichen Kontaktinsektiziden wurden von von dem Brande (1948, S. 286) durchgeführt, und zwar mit DDT-Stäubemitteln. Während bei Anwendung im Labor restlose Abtötung der Vollkerfe erzielt wurde, versagte das Mittel im Freiland. Selbst vier Bestäubungen verringerten hier den Fliegenbesatz nur unmerklich.

Cunliffe und Hodges (1949, S. 44) erzielten bei Einsatz des gleichen Wirkstoffes günstigere Befunde. Kampfer, Terpentin und Naphtalin versagten, als Abschreckmittel zwischen den Reihen ausgebracht, dagegen völlig.

Angesichts der weiteren Entwicklung neuer Kontaktinsektizide auf DDT-, Hexa- und Phosphoresterbasis und deren Bewährung als Spritz- und Stäubemittel sind nunmehr Untersuchungen zur Frage der chemischen Bekämpfung der Fliege aktuell geworden. Einige Versuche, die aber noch kaum über Tastarbeiten hinausgehen, konnte ich bereits selber durchführen. Eingesetzt wurden dabei folgende Mittel:

| *Handelsbezeichnung* | *Wirkstoff* |
|---|---|
| Gesarol 50 | DDT 50 % |
| Nexen | HCH 50 % |
| E 605 f | Phosphorester 70 % |
| Raphatox | Dinitro-o-Kresol (DOK) |

### *a. Halmbefall*

Versuch I

Im Juni 1950 wurde mit Tastversuchen in Pikierkästen begonnen. Die vorgenannten Mittel wurden im Handel bezogen und ohne Wiederholungen in den in Tab. 27 genannten Konzentrationen, entsprechend 1000 l/ha, bei je einem Pikierkasten von 50 × 70 cm Größe eingesetzt. Gesät wurde am 1. 6. 1950 die Sorte „Heines vierzeilige". Als der Bestand am 8. 6. 1950 das Zweiblattstadium erreicht hatte, fanden die Kästen in Abständen von 10 Metern auf einer reichlich von Fritfliegen beflogenen Dauerweide Aufstellung. Behandelt wurde dreimal, und zwar am 8. 6. 1950 im Zweiblattstadium, am 15. 6. 1950 im Zwei- bis Dreiblattstadium und am 22. 6. 1950 im Drei- bis Fünfblattstadium mittels einer Hochdruckrückenspritze mit Tegtmeyerdüse. Am 15. 7. 1950 wurden sämtliche Halme auf Larvenbefall untersucht. Die Gerste rüstete damals zum Schossen. Befunde sind in Tab. 27 niedergelegt.

*Tabelle 27*

| Kasten | Mittel | Konzentration in % | Anzahl der untersuchten Halme | Befall in % | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|
| I | Gesarol 50 | 0,2 | 515 | 22,5 | – |
| II | Nexen | 0,2 | 465 | 24,1 | Die Pflanzen hatten gelbe |
| III | E 605 f | 0,02 | 561 | 6,2 | Spitzen |
| IV | Raphatox | 0,5 | 394 | 12,4 | Wachstum leicht gehemmt |
| V | unbehandelt | – | 470 | 27,9 | Blätter kräftig entwickelt |

Trotz der mit einem Tastversuch verbundenen primitiven Form der Versuchsanlage deuten sich in den Ergebnissen schon unterschiedliche Leistungen der eingesetzten Präparate an. Überraschend kam das praktisch vollständige Versagen von Gesarol und Nexen. Mindestens bei letzterem wäre wohl, da es sich um eine Emulsion eines hochwertigen Insektizids des HCH handelte, eine gewisse Wirkung zu erwarten gewesen. Von der Eingliederung beider Mittel in die Hauptversuche wurde abgesehen. Raphatox drückte den Befall immerhin um reichlich 50 %, eine Leistung, die mich bestimmte, dieses Präparat auch in die Hauptversuche mit einzugliedern, weil es sich zusätzlich in seiner Eigenschaft als Unkrautbekämpfungsmittel hätte auswirken können. Am stärksten hatte sich mit einer Befallsminderung auf weniger als ein Viertel der Phosphorester in E 605 f ausgewirkt. Dieses Präparat verdiente daher im besonderen weitere Berücksichtigung.

### Versuch II

Zum Einsatz kamen von den im Versuch I geprüften Mitteln auf Grund der Ergebnisse nur noch E 605 f und Raphatox. Zusätzlich angewandt wurden E 605-Staub und das innertherapeutisch wirkende Mittel Systox (8169)[4]. Die angewandten Konzentrationen und Mengen sind aus Tabelle 28 ersichtlich. Gearbeitet wurde auf einer zu diesem Zwecke angelegten 15 × 30 m großen Parzelle, die im Norden und Westen von Hafer, im Osten von Dauergrünland und im Süden von einem mit Zuckerrüben bestandenen Schlag begrenzt wurde. Besät wurde nach normaler Vorbereitung am 14. April mit der Sommergerste „Heines vierzeilige". Sodann wurde die Fläche in Parzellen (2 × 5 Meter) aufgeteilt. Jedes der eingesetzten Präparate trat demnach in vierfacher Wiederholung auf, die restlichen Stücke blieben unbegiftet.

Behandelt wurde erstmalig am 30. 4. 51 im Drei- bis Vierblattstadium, zum zweitenmal am 7. 5. 51 im Vier- bis Fünfblattstadium und zum drittenmal am 14. 5. 51 zu Anfang der Bestockung.

#### *Witterungsverlauf während der Versuchsdauer*

Der Mai war verhältnismäßig kühl und gewitterreich. In seinem Verlauf erfolgte ein zweimaliger Wechsel zwischen trockenem, sonnigem und niederschlagsreichem, kühlem Wetter. Die Niederschläge bestanden zum größten Teil aus Schauern und Gewitterregen; insgesamt fielen im Mai 111,8 mm, etwa 50 % über dem langjährigen Durchschnitt. Der jahreszeitliche Temperaturanstieg wurde durch zwei kühle Perioden vom 8.–17. und ab 27. unterbrochen, in denen das Tagesmittel unter 2–5° blieb. Das Monatsmittel blieb etwa $^3/_4$° C unter dem Durchschnitt.

[4] Das Mittel Systox (8169) wurde dankenswerterweise von den Farbenfabriken „Bayer" zur Verfügung gestellt.

Nach der 2. Behandlung wurde am 10. 5. 51 erstmalig bonitiert. Die Pflanzen befanden sich damals im Vier- bis Fünfblattstadium. Die Befunde sind aus Tab. 28 ersichtlich.

*Tabelle 28*

| Parzelle | | Mittel | Anzahl der untersuchten Halme | Fritbefall in % | Fritbefall ∅ 4 Parzellen in % |
|---|---|---|---|---|---|
| A | I | E 605-Staub | 211 | 0 | |
| | II | 20 kg/ha | 200 | 0,5 | 0,12 |
| | III | | 200 | 0 | |
| | IV | | 200 | 0 | |
| B | I | E 605 f 0,02 % | 200 | 0 | |
| | II | 1000 l/ha | 200 | 0 | |
| | III | | 200 | 1,5 | 0,87 |
| | IV | | 200 | 2,0 | |
| C | I | Systox (8169) | 205 | 1,2 | |
| | II | 0,03 % | 200 | 0,5 | |
| | III | 1000 l/ha | 200 | 0 | 0,55 |
| | IV | | 200 | 0,5 | |
| D[1] | I | Raphatox | 200 | 1,0 | |
| | II | 0,5 % | 200 | 0 | |
| | III | 1000 l/ha | 205 | 1,5 | 0,75 |
| | IV | | 210 | 0,5 | |
| O | I | unbehandelt | 200 | 0 | |
| | II | | 200 | 2,5 | |
| | III | | 210 | 0,5 | 1,00 |
| | IV | | 210 | 1,0 | |

[1] Die Parzellen D I–IV wurden angesichts leichter Blattverbrennungen bis zur Bonitur am 10. 5. 1951 nur einmal gespritzt.

Die Befunde besagen, daß der Befall allgemein sehr gering war, wahrscheinlich weil zur Zeit der Bonitierung der Fliegenflug erst eben eingesetzt hatte. Die ersten Fliegen waren nämlich erst am 4. 5. ins Netz gegangen. Lediglich auf den mit E 605-Staub behandelten Parzellen war eine gewisse Wirkung deutlich erkennbar.

Das Bild ändert sich aber erheblich, als nach insgesamt dreimaliger Behandlung am 30. 5. 51 zum zweiten Male bonitiert wurde. Die Gerste stand damals kurz vor dem Schossen. Der Befund ist in Tab. 29 niedergelegt.

Der Befall war auf den Kontrollparzellen auf 14,0 bis 34,2 %, im Durchschnitt also auf 20,42 % gestiegen. Wie beim Tastversuch hatte Raphatox die Besiedlung um rund 50 % und damit ebenso stark wie E 605 f gemindert. Beachtlicherweise waren die mit Raphatox gespritzten Parzellen gleichzeitig unkrautfrei. E 605 f wurde seinerseits in der Leistung merklich durch E 605-Staub übertroffen. Dabei hatte sich der Aufwand bei diesem im Rahmen des üblichen gehalten, während er bei den Spritzmitteln mit 1000 l/ha etwas über der Norm lag. Nur Raphatox wird bekanntlich – zur Unkrautbekämpfung – in so hohen Dosen verabreicht. Weitaus am besten hatte Systox abgeschnitten. Der Befall war zwar nicht vollständig gelöscht, aber mit durchschnittlich

*Tabelle 29*

| Parzelle | | Mittel | Anzahl der untersuchten Halme | Fritbefall in % | Fritbefall Ø 4 Parzellen in % |
|---|---|---|---|---|---|
| A | I | E 605-Staub | 305 | 3,8 | |
| | II | 20 kg/ha | 300 | 8,0 | 6,20 |
| | III | | 300 | 9,0 | |
| | IV | | 305 | 4,0 | |
| B | I | E 605 f 0,02 % | 300 | 13,0 | |
| | II | 1000 l/ha | 300 | 14,0 | |
| | III | | 300 | 6,0 | 10,62 |
| | IV | | 300 | 9,5 | |
| C | I | Systox (8169) | 300 | 2,0 | |
| | II | 0,03 % | 301 | 2,1 | |
| | III | 1000 l/ha | 300 | 3,5 | 3,40 |
| | IV | | 306 | 6,0 | |
| D | I | Raphatox | 301 | 14,3 | |
| | II | 0,5 % | 300 | 10,5 | |
| | III | 1000 l/ha | 300 | 11,5 | 11,37 |
| | IV | | 311 | 9,2 | |
| O | I | unbehandelt | 305 | 34,2 | |
| | II | | 300 | 18,0 | 20,42 |
| | III | | 310 | 14,0 | |
| | IV | | 300 | 15,5 | |

3,40 % stärkstens gemindert. Die dabei nach der Behandlung zunächst eingetretenen Blattvergilbungen hatten sich später verloren und keine merkliche Wachstumsdepression bewirkt.

### *b. Ährenbefall*

Versuch I

Auf Grund der Befunde bei den Versuchen zur Minderung des Halmbefalls wurden mit den relativ erfolgreichsten Präparaten auch 3 Versuche zur Einschränkung des Befalls der Ähren vorgenommen. Dabei wurden zu Versuch I dieselben Parzellen wie beim zweiten Versuch gegen Halmbefall erneut behandelt. Gespritzt bzw. gestäubt wurde einmal am 15. 6. 51 kurz vor dem Ährenschieben. Damals durchgeführte Ketscherfänge ergaben ein langsames Zurückgehen der Frühlingsfliegen.

#### *Witterungsverlauf für die Zeit vom 1. 6.–20. 7. 1951*

Im Juni war das Wetter wechselhaft und in der letzten Woche recht kühl. Die Temperatur schwankte verhältnismäßig wenig. Merkliche Erwärmung, d. h. 3–4° C über den Durchschnitt brachten nur die wenigen Schönwettertage um den 15. und 21. 6. Vom 24.–30. 6. war es kalt. Anfang Juli stieg die Temperatur etwas an, um am 5. 7. wieder auf 12,8° C zu fallen. Die Höchsttemperatur mit 22,3° C wurde am 11. 7. erreicht. Die Niederschläge waren häufiger und lagen um etwa 150 % über der Norm. Der stärkste Niederschlag mit 56,7 mm wurde am 26. 6. gemessen. Auch im Juli fiel der Regen meist in Form von Gewittergüssen. Insgesamt wurden in der Zeit vom 1. 6.–20. 7. 172 mm Niederschlag gemessen.

Die Ähren (50 Stück je Parzelle) wurden am 1. 8. 1951 geerntet und zur Untersuchung auf Fritbefall und Fritparasiten eingebeutelt. Die Untersu-

chung erfolgte am 1. 10. 1951. Je Parzelle wurden wie bisher 20 Ähren unter dem Binokular durchgeprüft. Das Ergebnis ist aus Tab. 30 ersichtlich.

*Tabelle 30*

| Parzelle | | Mittel | Körner insgesamt | ∅-Kornzahl je Ähre | Taube Ährchen | Ährchen insgesamt | Fritbefall[1] in % | ∅ 4 Parzellen in % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | I | E 605-Staub | 656 | 32,8 | 56 | 4 | 0,60 | |
| | II | 20 kg/ha | 600 | 30,0 | 120 | 0 | 0 | |
| | III | | 580 | 29,0 | 64 | 3 | 0,52 | 0,49 |
| | IV | | 604 | 30,2 | 50 | 5 | 0,83 | |
| B | I | E 605 f | 790 | 39,5 | 62 | 12 | 1,52 | |
| | II | 0,02 % | 596 | 29,8 | 60 | 0 | 0 | |
| | III | 1000 l/ha | 615 | 30,7 | 82 | 6 | 0,97 | 0,93 |
| | IV | | 578 | 28,9 | 71 | 7 | 1,21 | |
| C | I | Systox (8169) | 594 | 29,7 | 52 | 0 | 0 | |
| | II | 0,03 % | 580 | 29,0 | 40 | 0 | 0 | |
| | III | 1000 l/ha | 610 | 30,5 | 21 | 2 | 0,33 | 0,18 |
| | IV | | 538 | 26,9 | 24 | 2 | 0,37 | |
| D | I | Raphatox | 592 | 29,6 | 82 | 14 | 2,36 | |
| | II | 0,5 % | 558 | 27,9 | 28 | 18 | 3,22 | |
| | III | 1000 l/ha | 618 | 30,9 | 51 | 14 | 2,27 | 2,64 |
| | IV | | 702 | 35,1 | 59 | 19 | 2,71 | |
| O | I | unbehandelt | 706 | 35,3 | 86 | 32 | 4,53 | |
| | II | | 570 | 28,5 | 78 | 26 | 4,56 | |
| | III | | 562 | 28,1 | 90 | 28 | 4,98 | 5,00 |
| | IV | | 640 | 32,0 | 70 | 38 | 5,94 | |

[1] Die Angaben beziehen sich auf die Gesamtzahl der ausgezählten Körner von fruchtenden Ährchen.

Die Präparate wirkten bei Einsatz ähnlich wie auf Halmbefall. Schon *einmalige* Spritzung führte zu starker Verringerung des Schadens.

Bei den weiteren Versuchen blieben die Parzellen bis kurz vor dem Ährenschieben unbehandelt. Das Ergebnis wie auch das Verhältnis der Mittel zueinander blieben annähernd konstant.

### *c. Folgerungen*

Selbst bei vorsichtigster Bewertung der erzielten Ergebnisse läßt sich sagen, daß unter den eingesetzten Mitteln mehrere den Fritbefall sowohl im jungen Halm als auch in der Ähre erheblich gedrückt haben. Während DDT ganz und HCH fast ganz versagten, drückten die E-Präparate den Befall erheblich, und mit Systox konnte dieser auf 1/5 oder gar noch mehr gegenüber den unbehandelten Kontrollparzellen gemindert werden. Auch das dinitro-o-kresolhaltige Raphatox schwächte den Befall erheblich ab. Den Ursachen der unterschiedlichen Leistung der Mittel konnte im Rahmen dieser Arbeit noch nicht nachgegangen werden. Bei den Versagern dürfte aber ungenügendes Eindringungsvermögen der Wirkstoffe zum Sitz der Schädlinge und Fehlen ovizider Wirkung mitgesprochen haben. Umgekehrt konnten in den mit E 605 f und Systox behandelten Pflanzen, soweit der Halmbefall in Frage

kam, eingetrocknete Eier und in der Eihülle abgestorbene Larven festgestellt werden.

Es bleibt aber zu beachten, daß die starke Befallsminderung durch die hier führenden Präparate nur durch mehrmalige Behandlung erzielt werden konnte. Einmalige Spritzung bzw. Stäubung in der angegebenen Dosierung stellt sich bei E 605 f (1 kg = 71,– DM) allein in bezug auf Substanzverbrauch auf 14,20 DM/ha. Die einmalige Bestäubung mit E 605-Staub (1 kg = 1,65 DM) würde 33,– DM/ha kosten. Einmaliges Spritzen mit Systox (1 kg = 95,– DM) kostet 28,50 DM/ha. Schon das ist in der breiten Praxis untragbar. Erst mit zwei- bis dreimaliger Bekämpfung wurden in unseren Versuchen aber die guten Erfolge erzielt. Der dazu nötige Aufwand mag sich in Zuchtgärten und Sortenversuchen lohnen, im übrigen jedoch weit über das Tragbare hinausgehen.

Aus diesem Grunde verdienen die mit den dinitro-o-kresolhaltigen Präparaten erzielten Befallsminderungen schon Beachtung. Mittel auf dieser Wirkstoffbasis spielen ja sowieso im Getreideschlag als Unkrautbekämpfungsmittel eine Rolle. Es dürfte sich lohnen, zu prüfen, ob der Spritztermin so gewählt werden kann, daß dabei gleichzeitig das Unkraut und die Fliege ausgeschaltet werden können. Damit wäre auch die Frage der Wirtschaftlichkeit positiv beantwortet.

An sich wäre denkbar, auch den Einsatz von wuchsstoffhaltigen Mitteln (2.4.D u. a.) zur Unkrautbekämpfung mit dem Einsatz spezifischer Insektizide zur Fritbekämpfung zu koppeln. Man würde dadurch wenigstens einen Arbeitsgang sparen. Bestrebungen dieser Art würden aber auf die Schwierigkeit stoßen, daß die Gerste gerade in den durch die Fliege gefährdeten Stadien, d. h. im Zwei- bis Vierblattstadium und zur Zeit des Ährenschiebens, gegen 2.4.D u. a. anfällig ist. Immerhin soll gegen entsprechende Versuche nichts gesagt sein.

## Zusammenfassung[5]

Zwecks weiterer Klärung der Beziehungen zwischen Fritfliegenbefall und Ertrag bei Gerste wurden in den Jahren 1948–1952 in Westfalen und Lippe umfangreiche Freilandversuche durchgeführt. Dabei fielen auch biologische Beobachtungen mit an.

Die Ergebnisse besagen im wesentlichen folgendes:

1. Unter Verbesserung der Methodik beim Studium des Massenwechsels der Vollkerfe im Wege von Einheitsfängen wurde festgestellt, daß *Oscinis frit* L. in Westfalen und Lippe jährlich 3 Generationen absolviert. Die 1. Generation (Sommerfliegen) schlüpft Ende Juni/Anfang Juli und fliegt bis Ende August, Flughöhepunkt in der letzten Hälfte des Juli (Flugzeit 60–68 Tage). Die 2. Generation (Herbstfliegen) erscheint Ende August/Anfang September und fliegt bis Mitte Oktober, Flughöhepunkt Mitte September (Flugzeit 52–60 Tage). Die 3. Generation (Frühlingsfliegen) reift nach Überwinterung Ende April/Anfang Mai und fliegt bis Ende Juni/Anfang Juli, Flughöhepunkt Ende Mai/Anfang Juni (Flugzeit 60 bis 68 Tage).

[5] Die englische Zusammenfassung der Arbeit findet sich im Anschluß an Teil I Bd. 44 Heft 3, S. 338.

2. Bei ungestörter Entwicklung der Vegetation fällt das Erscheinen der ersten Vollkerfe (Frühlingsfliegen) mit dem Blühbeginn von Süßkirschen und Löwenzahn zusammen. Apfel-, Birn- und Pflaumenblüte sind infolge größerer Schwankungen zur Charakterisierung des Erstauftretens weniger geeignet.
3. Die Festlegung phänologischer Daten für Erscheinen und Flugverlauf der weiteren Generationen ist wahrscheinlich möglich, bedarf aber noch weiterer Untersuchungen.
4. Die größte Flugintensität entfaltet die Fliege zwischen 20–25° C. Luftdruck und Bewölkung beeinflussen die Aktivität weniger als Temperatur und Wind. Geringfügige Niederschläge legen sie lahm. Weitreichende Flüge, d. h. solche über mehr als 100 Meter, wurden selten beobachtet. Finden die Fliegen an ihrer Geburtsstätte reichlich frische Brutpflanzen, so sind sie ausgesprochen ortsstet, vor allem, wenn sie dort ausreichenden Windschutz vorfinden.
5. Unter den Nährpflanzen der Vollkerfe werden reichlich honigende Cruciferen und Umbelliferen bevorzugt beflogen.
6. Als Brutpflanze spielt die Gerste im Jugendstadium eine weit geringere Rolle als der Hafer.
   Sofern sie überhaupt belegt wird, werden die Eier zwischen Blattscheiden und am Stengelgrund abgesetzt, nicht aber frei im Boden. Nach Bildung des 4. und allenfalls des 5. Blattes wird der Trieb nicht mehr belegt.
7. Nach dem Schossen werden Gerste und Hafer als Wirtspflanzen gleichmäßig belegt.
   Ab Beginn des Ährenschiebens wird die Gerste bevorzugt belegt. Ihre Anziehungskraft auf die Fliege erreicht gegen Ende der Blüte den Höhepunkt. Sie klingt während der Milchreife wieder ab, um dann ganz zu erlöschen.
   Die Eier werden bevorzugt hinter der Innenspelze und an der Ährenspindel abgesetzt.
8. Die Larvenentwicklung fällt bei der Ähre zur Hauptsache in die Zeit der Gelbreife. In der Ähre entwickeln sich die Larven unter im übrigen gleichen Bedingungen schneller als im Halm.
9. Die Kornbildung wird um so stärker geschädigt, je früher das Ährchen befallen wird. Auch wenn die Keimlingsanlage verschont bleibt, ist das Korn als Saatgut unverwendbar. Stark befressene Körner sind selbst zur Verfütterung wertlos.
10. Früh abreifende Bestände werden durchweg schwächer befallen, als spätreifende. Dementsprechend bestätigt sich, daß Frühsaat sich befallsmindernd auswirkt.
11. Entsprechendes gilt für früh- und spätreifende Sorten. Bei der Winterung werden die spätesten Aussaaten und die spätesten Sorten, bei der Sommerung die mittelspäten Aussaaten (Anfang bis Mitte April) am stärksten befallen, in beiden Fällen, weil die Pflanzen dann mit dem kritischen Stadium der Anfälligkeit auf den Massenflug der Frühlingsfliegen treffen.
12. Zweizeilige Sorten leiden in der Ähre weniger, weil die Eier dort ungeschützter liegen und leicht durch Atmosphärilien wieder abgestreift werden. Sie ziehen die Fliege überdies schwächer als die mehrzeiligen Sorten an. Darüber hinaus konnten Unterschiede in der Anfälligkeit der Sorten

in bezug auf ihre anatomischen und morphologischen Merkmale nicht gefunden werden.

13. Unter den Wiesengräsern wurden die *Lolium*-Arten und *Festuca pratensis* am stärksten belegt. Auch viele andere Gräser leiden stark. Gut gepflegte Wiesen und Weiden mit reichem Bestand an Süßgräsern und blühenden Unkräutern bilden daher eine Gefahrenquelle für benachbarte Getreideschläge in bezug auf Fritbefall. Feuchte Wiesen werden gemieden, trockene bevorzugt. Mehrmalige Mahd begünstigt durch die dadurch ausgelöste ununterbrochene Bildung frischer belegungsfähiger Triebe die Vermehrung der Fliege.
14. Die nur 1951 überprüfte Parasitierung war damals ausgesprochen schwach. Die Vollkerfe litten bis zu reichlich 10 % unter Befall durch die Milbe *Microtrombidium demeijerei* Oudemans. Aus den Puparien in Gerstenährchen wurden Chalcididen, unter denen *Callitula bicolar* Spin. das Hauptkontingent stellte, gezogen.
15. Düngungsversuche ergaben günstige Auswirkung von Volldüngung, vor allem bei erhöhter Phosphorsäuregabe. Stickstoff wirkte sich bei Normalgaben nicht befallssteigernd, Kali in der üblichen Menge nicht befallsmindernd aus. Ungedüngte Parzellen litten sowohl in der Jugend als auch z. Z. des Ährenschiebens am stärksten.
16. In bezug auf die Bekämpfung bleibt es für Bestellzeit und Sortenwahl bei der Regel, daß dort, wo die Fritfliege regelmäßig bei der Gerste schädlich wird, frühreifenden Sorten der Vorzug zu geben und Winterung und Sommerung möglichst früh zu bestellen sind. Soweit mit dem Nutzungsziel vereinbar, sollten zweizeilige Sorten bevorzugt werden.
17. Bei Versuchen zur Bekämpfung der Fliege mit chemischen Mitteln versagten Hexa- und DDT-Präparate. Zweimalige Spritzung mit dem dinitro-o-kresolhaltigen Raphatox minderte den Halmbefall fühlbar, den Befall in den Ähren erheblich. Noch besser schnitt dreimalige Spritzung bzw. Stäubung mit E 605 und vor allem mit Systox ab. Die Besiedlung war aber zu schwach und die Zahl der Versuche zu gering, als daß sich aus diesen Befunden schon praktische Folgerungen ziehen lassen.

## Literatur

(Die mit * bezeichneten Arbeiten waren nur im Referat [Ref.] zugänglich)


Anonym: Arbeiten des Sortenamtes für Nutzpflanzen. Sortenbeschreibungen der zugelassenen Getreidesorten einschließlich Mais. Heft 1/1, Hannover 1949.

Aldrich, J. M.: European Frit Fly in North Amerika. – Journ. Agric. Res., **18**, 451–479, Washington 1920.

*Baranow, A. D.: Materials for the study of the injurious insects of the Government of Moscow during the year 1912. – Ref. Rev. appl. Entom., **1**, 214, 1913.

*Belizin, A.: Influence of Vernalisation on the Varities of Wheat to Injuries by Frit Fly in the South Ukrainian Steppe. – Ref. Rev. appl. Entom., **25**, 393, 1937.

*Belyaew, J. M.: A chemical Control Measure against the Frit Fly. – Ref. Rev. appl. Entom., **30**, 296, 1942.

Blunck, H.: Fritfliegenbefall in den Ähren der Wintergerste. – Neue Mitt. der Landwirtschaft, **7**, 130–132, 1949.

— Bremer, H. und Kaufmann, O.: Untersuchungen zur Lebensgeschichte und Bekämpfung der Rübenfliege (*Pegomyia hyoscyami* Pz.). – Arb. aus der Biol. Reichsanstalt f. Land- und Forstwirtschaft, **20**, 517–585, Berlin 1933.

— und Ludewig, K.: Die Fritfliege – Flugblatt 9. Biol. Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Berlin 1926.

Börner, C., Blunck, H. und Speyer, W.: Beiträge zur Kenntnis von Massenwechsel (Gradation) schädlicher Insekten. – Arb. aus d. Biol. Reichsanstalt f. Land- und Forstwirtschaft, **10**, 405–446, Berlin 1921.

Brande, von dem, J.: Schade van de Fritflieg, O. f. L. aan de graanopbrengst (met proeve van bestrijding). – Rep. 1st int. Congr. Plant, Prof. Heverlee, 387–392, 1946.

Braun-Blanquet: Grundzüge der Vegetationskunde. – 2. Aufl. Springer, Wien 1951.

*Chesnokow, P. G.: Relationsship between Distribution of various Wheat Forms and their Resistance to Attacks of Frit Fly. – Ref. Rev. appl. Entom., **28**, 34, 1940.

*Collin, I. E.: A short summary of our knowlegde of the Frit Fly. – Ann. appl. Biol., **10**, 81–96, Cambridge 1918.

*Cunliffe, N.: Preliminary observations on the habis of *Oscinella frit*, L. – Ann. appl. Biol. **8**, 105–134, Cambridge 1921.

*— Further observations on the prevalence and habits of *Oscinella frit*, L. – Ann. appl. Biol., **11**, 54–72, Cambridge 1924.

*— Studies an *Oscinis frit*, L. – Inheritance of Resistance of Oats to attack by the Fly and the Combination of Agricultural Importance. – Ann. appl. Biol. **23**, 822–844, Cambridge 1936.

*— und Fryer, J.: An investigation to determine how far varietal differences may influence infestation of the oat plant. – Ann. appl. Biol., **11**, 465–480, Cambridge 1924.

*— und Hodges, D. J.: Studies on *Oscinis frit*, L. – Notes on the Resistance of Cereals to Infestation. – Ref. Rev. appl. Entom., **37**, 49, 1949.

Dalla Tore, G. G. de: Catalogus Hymenopterorum, **9**, 52, 1898.

Dorfschmid, M.: Untersuchungen an Hafer über den Befall durch die Fritfliege *(Oscinella frit* L.). – Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau, **95**, Heft 2, 1952.

Finsler, H.: Ein Beitrag zur Theorie und Praxis der Fritfliegenplage. – Diss., 1–81, München 1924.

Frohberger, P. E.: Die Guttationstropfenmethode. – Höfchen-Briefe „Bayer" Nr. 3, 23-25, 1948.

Gaul: Das Auftreten der Fritfliege im Jahre 1912. – Deutsche landw. Presse, **39**, 734, 1912.

Grosser: Die Schwärmdauer der Fritfliege im Herbste 1905. – Zeitschrift Landwirtschaftskammer Provinz Schlesien, **49**, 1583–1585, Breslau 1905.

Horber, E.: Untersuchungen über die gelbe Getreidehalmfliege *(Chlorops [Oscinis] pumilionis* Bjerk.) und ihr Auftreten in verschiedenen Höhenlagen der Schweiz. – Separatabdruck, Landw. Jahrbuch d. Schweiz, **64**, Bern 1950.

*Imms, A. D., Observations on some parasites of *Oscinella frit* L. – Parasitology, **22**, 11–36, 1930.

*Kirichenko, O. M.: The Resistance of the Varieties of Wheat to Injuries by Frit Fly in the South Ukrainian Steppe. – Ref. Rev. appl. Entom., **25**, 206, 1937.

Kleine, R.: Versuche über Einfluß von Saatzeit, Standort und Saatpflege auf den Befall von *Oscinis frit* L. – Zeitschr. f. angew. Entom., **10**, 75–98, Berlin 1924.

— Über die Abhängigkeit des Auftretens von *Oscinis frit* L. von der Temperatur. – Fortschr. d. Landwirtschaft, **1**, 9–11, Wien und Berlin 1926.

— Fritfliegenbefall und Kornqualität. – Zeitschr. f. angew. Entom., **12**, 412–427, Berlin 1927.

— Über fritanfällige und resistente Hafersorten. – Pflanzenbau, **4**, 209–210, 1927/28.

— Beiträge zur Kenntnis der Generationsfrage von *Oscinis frit* L. – Zeitschr. f. angew. Entom., **16**, 377–381, Berlin 1930.

Korhammer, K.: Befall von vier Hafersorten durch die Frühjahrsgeneration von *Oscinis frit* L. bei verschiedenen Standräumen und verschiedener Saatzeit. – Diss. München 1926.

*Kreuter, E. A.: Experimente und Beobachtungen über den Einfluß der Temperatur auf die Entwicklung und das Benehmen der Fritfliege. – Reprint from Report appl. Entom., **4**, 451–470, 1930.

Meyer, R.: Die parasitischen Hymenopteren der Fritfliege. – Zeitschr. f. angew. Entom., **9**, 111–120, Berlin 1923.

*Petherbridge, F. R.: Fritfly attacking Winter Wheat. – Ann. appl. Biol., **4**, 1–3, Cambridge 1917.

Remer, E.: Wann endet im Herbst die Schwarmzeit der Getreidefliegen? – Deutsche landw. Presse, **29**, 760, Berlin 1902.

Riggert, E.: Zur Kenntnis der Lebensgewohnheiten von *Oscinella frit* L. und ihrer Jugendstadien. – Arb. phys. u. angew. Entom., Berlin-Dahlem, **2**, 101–130 u. **3**, 145–156, 1935.

— Untersuchungen über die Parasiten der Fritfliege. – Arb. phys. u. angew. Entom., Berlin-Dahlem, **2**, 1–23, 1935.

— Studien über den jährlichen Generationszyklus von *Oscinella frit* L. in Schlesw.-Holstein. – Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten (Pflanzenpathologie) u. Pflanzenschutz, **46**, 171–202, Stuttgart 1936.

Roebuck, A.: Fritfly in relation to blindness in oats. – Ann. appl. Biol., **7**, 178–182, Cambridge 1920.

Roos, K.: Untersuchungen über die Fritfliege *(Oscinella frit* L.) und ihr Auftreten in verschiedenen Höhenlagen der Schweiz. – Landw. Jahrbuch, **51**, 86, Bern 1937.

Rörig, G.: Ein Beitrag zur Kenntnis der kleinen Feinde der Landwirtschaft. – Berichte phys. Labor i. Versuchsanstalt landw. Inst. Universität Halle, **10**, 1–33, Dresden 1893.

Schander, R. und Meyer, R.: Untersuchungen über die Fritfliege. – Arch. Naturgeschichte, **90**, 12–87, Berlin 1924.

Scheibe, A.: Das Fritfliegenproblem auf wachstumsphysiologischer Grundlage. – Angew. Botanik, **19**, 260–290, 1937.

*Steel, A.: On the structure of the immature stage of the Fritfly. – Ann. appl. Biol., **18**, 352–369, Cambridge 1931.

Volkart, A.: Die Bekämpfung der Fritfliege. – Schweizerische landw. Zeitschr. 245–247, Aarau 1905.

Wilhelm, H.: Die Haferfliege *(Oscinis pusilla)* und die Mittel zu ihrer Bekämpfung. – Diss. 1–40, Leipzig 1891.

*Zhukowski, A. V.: The causes which determine the infestation of summer crops by *Oscinis frit* L. – Ref. Rev. appl. Entom., **20**, 347, 1932.

*— Noscionsness of *Oscinis frit* L. and other Pests of Summer Wheat in Connection with Sowing Terms and Vernalisation. – Ref. Rev. appl. Entom., **25**, 143, 1937.

*— The Signifiance of Crop Rotation and Methods of Cultivation in controlling the swedish Fly. – Ref. Rev. appl. Entom., **26**, 427, 1938.

# REFERATE

SCHERNEY, F.: **Unsere Laufkäfer** (Die neue Brehm-Bücherei, Heft 245). — 79 S., 43 Abb. A. Ziemsen Verlag, Wittenberg 1959. Preis brosch. 4,50 DM.

Den etwa 900 in Deutschland lebenden Arten der Familie der Laufkäfer (Carabidae) gilt wegen ihrer räuberischen Lebensweise seit langem das Interesse des Land- und Forstwirtes sowie des angewandt arbeitenden Entomologen. Der Verfasser des vorliegenden Brehm-Heftes unterzog sich der verdienstvollen Mühe, das in der Literatur verstreute Wissen über die Entwicklung, Lebensweise und wirtschaftliche Bedeutung dieser Käfer in einer für breitere Leserkreise bestimmten Form zusammenzustellen und durch die Ergebnisse eigener Zuchten und Experimente zu vertiefen. Entsprechend der Tatsache, daß mit Ausnahme der Gattung *Calosoma* (Puppenräuber) fast alle übrigen Laufkäferarten Felder, Wiesen und andere offene Lebensräume bewohnen, liegt ihre Bedeutung als Schädlingsfeinde ganz überwiegend auf landwirtschaftlichem Gebiet. Die genannten zum Teil sehr hohen Fallenfang-Zahlen in Verbindung mit den ebenfalls recht hohen Fraßnormen weisen manche Carabiden-Arten als wichtigste Schädlingsfeinde aus. Ihrer Verwendung zur biologischen Bekämpfung steht allerdings der ausgesprochene Kannibalismus der Larven entgegen, der zur Einzel-Aufzucht zwingt. Dr. SCHWENKE, München

GYÖRFI, JÁNOS: **Erdészeti Rovartan** (Lehrbuch der Forstentomologie). – 670 S., 290 Abb. Akadémiai Kiado, Budapest 1957. Preis geb. 40,60 DM.

Mit dem vorliegenden Lehrbuch ist erstmals ein zusammenfassendes Werk erschienen, das einen guten Einblick in die forstentomologische Lage Ungarns vermittelt. Der seit Jahrzehnten als Forscher und akademischer Lehrer auf diesem Gebiet tätige Verfasser hat sehr vieles, wenn nicht das meiste dazu in eigener Forschungsarbeit zusammengetragen. Das Schwergewicht des Werkes liegt auf der Darlegung bionomischer und biocönologischer Verhältnisse, die durch zahlreiche eindrucksvolle Naturaufnahmen unterbaut werden. Der spezielle Teil behandelt in der üblichen systematischen Reihenfolge die in Ungarn auftretenden Forstschädlinge und (eingehender als gewöhnlich) die Forstnützlinge. Ein besonderes Kapitel, das dem der ungarischen Sprache nicht mächtigen Leser besonders willkommen sein wird, enthält ein Verzeichnis der behandelten Arten, nach Fraßpflanzen geordnet. In dieses sind außer den Schadinsekten von Waldbäumen, auch solche von Fruchtbäumen aufgenommen worden. Z.

# FORSTWISSENSCHAFTLICHE FORSCHUNGEN

*Beihefte zum „Forstwissenschaftlichen Centralblatt"*

Herausgegeben von Prof. Dr. H. Frhr. v. Pechmann

In die Schriftenreihe werden besonders bedeutungsvolle Arbeiten aufgenommen, die wegen ihres Umfanges über den Rahmen der Einzelhefte des „Forstwissenschaftlichen Centralblattes" hinausgehen. Die Reihe wird fortgesetzt; jährlich erscheinen etwa zwei bis drei Hefte.

*Bis zum Frühjahr 1960 erschienen die folgenden Hefte:*

Heft 1: **Ansprache und Pflege von Dickungen.** Von Prof. Dr. Dr. J. N. Köstler. 1952 80 Seiten mit 30 Abbildungen, 10 Photos und 12 Tabellen / Kartoniert 12,50 DM / Für Bezieher des „Forstw. Cbl." 10,– DM / Vergriffen / Neuauflage in Vorbereitung

Heft 2: **Die europäische Lärche in Baden.** Herkunft, Anbau und Entwicklungsaussichten. Von Oberforstmeister P. Möhrmann. 1953 / 71 Seiten mit 19. Abb. / Kart. 8,50 DM / Für Bezieher des „Forstw. Cbl." 6,80 DM

Heft 3: **Mischwald im Vorland der Alpen.** Beitrag zu Fragen des Bestockungsaufbaues und der Wuchsdynamik in Mischbeständen mit Buche – Tanne – Fichte im Bayerischen Wald. Von Forstmeister Dr. J. Attenberger. 1954 / 71 Seiten mit 32 Abbildungen / Kartoniert 16,– DM / Für Bezieher des „Forstw. Cbl." 12,80 DM

Heft 4: **Natürliches Vorkommen und künstlicher Anbau der Lärche in zwei bemerkenswerten Waldgebieten Südbayerns.** Berchtesgadener Land und Frankenjura. Von Forstmeister Dr. H. Mayer und Forstassessor Dr. R. Plochmann. 1954 / 68 Seiten mit 34 Abbildungen / Kartoniert 16,– DM / Für Bezieher des „Forstw. Cbl." 12,80 DM

Heft 5: **Die betriebswirtschaftliche Auswirkung des Erbganges auf private Forstbetriebe** Von Dipl.-Forstwirt Dr. W. Kroth. 1955 / 98 Seiten mit 5 Abbildungen / Kartoniert 7,25 DM / Für Bezieher des „Forstw. Cbl." 5,80 DM

Heft 6: **Bestockungsaufbau und Baumartenwandel nordischer Urwälder, dargestellt an Beispielen aus Nordwestalberta/Kanada.** Von Forstmeister Dr. R. Plochmann. 1956 / 96 Seiten mit 30 Photos, 15 Abbildungen und 11 Tabellen / Kartoniert 12,50 DM / Für Bezieher des „Forstw. Cbl." 10,– DM

Heft 7: **Waldbau durch Zaunschutz.** Fragen der biologischen Wirkungen, der technischen Durchführung und der Wirtschaftlichkeit. Von Dipl.-Forstwirt Dr. H. G. Sommer. 1956 64 Seiten mit 37 Abb. / Kartoniert 5,75 DM / Für Bezieher des „Forstw. Cbl." 4,60 DM

Heft 8: **Der Massenertrag von Pappelbeständen in der nordbadischen Rheinebene.** Von Landforstmeister A. Crocoll. 1957 / 36 Seiten mit 3 Abbildungen und 12 Tab. / Kartoniert 5,– DM / Für Bezieher des „Forstw. Cbl." 4,– DM

Heft 9: **Entstehung, Aufbau und Leistung von Eichen-Hainbuchen-Beständen in Süddeutschland.** Von Dr. K. Kriso. 1958 / 80 Seiten mit 4 Farbtafeln, 25 Abbildungen und 8 Tabellen / Kartoniert 15,80 DM / Für Bezieher des „Forstw. Cbl." 12,60 DM

Heft 10: **Beiträge zur Erfassung der durch schweflige Säure hervorgerufenen Rauchschäden an Nadelhölzern.** Von Forstmeister Dr. Heinz Keller. 1958 / 64 Seiten mit 49 Abbildungen und 4 Tabellen / Kartoniert 12,– DM / Für Bezieher des „Forstw. Cbl." 9,60 DM

Heft 11: **Die Konstruktionsgrundlagen der Axt.** Untersuchungen an neuen und alten Arbeitsäxten. Von Forstmeister Dr. G. Reissinger. 1958 / 66 Seiten mit 67 Abbildungen Kartoniert 12,50 DM / Für Bezieher des „Forstw. Cbl." 10,– DM

Heft 12: **Die Bastardierung in der Gattung Larix.** Von Forstass. Dr. Rudolf Dimpflmeier. 1959 / 75 Seiten mit 16 Abbildungen / Kartoniert 16,50 DM / Für Bezieher des „Forstw. Cbl." 13,20 DM

VERLAG PAUL PAREY · HAMBURG UND BERLIN

In sechs einzeln käuflichen Bänden liegt vor:

# Handbuch der Pflanzenkrankheiten

Begründet von PAUL SORAUER
Unter Mitwirkung zahlreicher Forscher herausgegeben von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. h. c. O. APPEL, Prof. Dr. Dr. h. c. H. BLUNCK, Prof. Dr. H. RICHTER

Band I: **Die nichtparasitären Krankheiten**
6. Auflage in 2 Halbbänden
1. Halbband: **Allgem. Pflanzenpathologie, Ernährungs- u. Temperaturschäden**
1933 / 592 Seiten mit 123 Abbildungen / In Ganzleinen 46,– DM
2. Halbband: vergriffen

Band II: **Die Virus- und bakteriellen Krankheiten**
6. Auflage in 2 Lieferungen
1. Lieferung: **Viruskrankheiten**
1954 / 786 Seiten mit 326 Abbildg. / In Ganzleinen 150,– DM
2. Lieferung: **Bakterielle Krankheiten**
1956 / 575 Seiten mit 179 Abbildg. / In Ganzleinen 124,– DM

Band III: **Die pflanzlichen Parasiten, 2. Teil** (Pilzkrankheiten)
5. Auflage 1932 / 948 Seiten mit 195 Abbildungen / In Ganzleinen 66,– DM

Band IV: **Tierische Schädlinge an Nutzpflanzen, 1. Teil**
5. Auflage in 2 Lieferungen
1. Lieferung: **Protozoa und Metazoa partim**
1949 / 458 Seiten mit 210 Abbildungen / In Ganzleinen 44,– DM
2. Lieferung: **Trichoptera, Lepidoptera**
1953 / 526 Seiten mit 154 Abbildungen / In Ganzleinen 116,– DM

Band V: **Tierische Schädlinge an Nutzpflanzen, 2. Teil**
5. Auflage in 5 Lieferungen
1. Lieferung: **Diptera und Hymenoptera**
1953 / 320 Seiten mit 89 Abbildungen / In Ganzleinen 80,– DM
2. Lieferung: **Coleoptera**
1954 / 608 Seiten mit 157 Abbildungen / In Ganzleinen 144,– DM
3. Lieferung: **Heteroptera und Homoptera I. Teil**
1956 / 408 Seiten mit 128 Abbildungen / In Ganzleinen 94,– DM
4. Lieferung: **Homoptera II. Teil, Aphidoidea, Coccoidea**
1957 / 586 Seiten mit 257 Abbildungen / In Ganzleinen 147,– DM
5. Lieferung: **Vertebrata**
1958 / 414 Seiten mit 134 Abbildungen / In Ganzleinen 88,– DM

Band VI: **Pflanzenschutz**
2. Auflage in 4 Lieferungen
1. Lieferung: **Wirtschaftliche Bedeutung und Hygiene**
1952 / 464 Seiten mit 3 Abbildungen / In Ganzleinen 78,– DM
3. Lieferung: **Biologische Bekämpfungsmaßnahmen und technische Mittel des Pflanzenschutzes.** Erscheint Sommer 1960
2. u. 4. Lieferung: In Vorbereitung.

*Die Lieferungen der Bände II, IV, V und VI sind einzeln käuflich. Besteller, die sich zur Abnahme aller Lieferungen eines dieser Bände verpflichten, erhalten auf die angegebenen Preise einen Nachlaß von 10 Prozent.*

VERLAG PAUL PAREY · BERLIN UND HAMBURG